

网络出版时间:
网络出版地址:

不同耕作覆盖措施下延收对春玉米产量的影响

鲍艳杰^a, 郝明德^{b,c}, 杨小敏^c

(西北农林科技大学 a 农学院, b 水土保持研究所, c 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】研究延收对春玉米籽粒产量、千粒质量、灌浆速率、光温资源利用及植株器官干物质运移的影响,为玉米延收增产提供依据。【方法】以玉米“金赛 6850”为材料,分别设传统耕作、传统耕作+秸秆覆盖、传统耕作+地膜覆盖、免耕+秸秆覆盖、免耕+地膜覆盖 5 个处理延期收获(习惯收获后,每隔 5 d 为 1 个收获期),测定在不同耕作覆盖措施下延收对玉米千粒质量和产量的影响。【结果】适时延收,玉米千粒质量和产量增加显著,延收 15 d,传统耕作千粒质量平均日增 3.59 g,产量增加 1 334.7 kg/hm²,灌浆速率为 1.7 mg/(g·d);延长收获提高了光温资源的有效利用,延收 15 d,秸秆覆盖和地膜覆盖的有效积温分别增加了 180.33 和 154.98 °C,日照时数分别增加 53.90 和 23.30 h,植株干物质向籽粒中运移量以传统耕作最多,达 10.06 g,叶和茎秆的干物质对籽粒增重的贡献率较高。【结论】玉米适时延收具有明显的增产效果,但增产幅度因耕作和覆盖方式不同而有显著差异。

【关键词】 春玉米;收获时期;干物质运移;增产效应

【中图分类号】 S513.091

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2012)11-0079-06

Effects of extented harvest time on yield of spring maize under different tillage and cover measures

BAO Yan-jie^a, HAO Ming-de^{b,c}, YANG Xiao-min^c

(a College of Agriculture, b Institute of Soil and Water Conservation, c College of Natural Resource and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 The objective of this experiment was to study the effects of extended harvest time on spring maize yield, 1 000-grain-mass, grain-filling rate, the utilization efficiency of light and temperature, and the migration of dry matters in the plant organs. The results of this study would be beneficial to increase maize yields by extending harvest time. 【Method】 To determine the effects of extended harvest time on 1 000-grain-mass and yield of grain under different cultivation and mulching measures, five levels of CT, CS, CP, NTS and NTP were set as extented harvest time. “Jinsai 6850” was used as the tested species, which was harvested once every 5 days after usual harvest time. 【Result】 Extended harvest time significantly increased maize yield and 1 000-grain-mass. With an extension of the harvest by 15 days, the average 1 000-grain-mass under conventional tillage increased by 3.59 g per day. Grain-filling rate was 1.7 mg/(g·d). The accumulated temperature higher than 10 °C under straw mulching and plastic film was increased by 180.33 and 154.98 °C, respectively, and sunshine duration was increased by 53.90 and 23.30 h as well. The maximum migration of dry matter, which mainly came from the leaf and stem, was 10.06 g under the con-

【收稿日期】 2012-03-22

【基金项目】 国家重点基础研究发展计划项目“西北旱作高产栽培的水分高效利用原理及调控”(2009CB118604);国家科技支撑计划重大项目“农田水土保持工程与耕作关键技术研究”(2011BAD31B01);2011 年农技推广与体系建设专项“黄土高原保护性耕作的水土保持效应研究”;中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-JC408)

【作者简介】 鲍艳杰(1986—),女,蒙古族,内蒙古赤峰人,硕士,主要从事保护性耕作研究。E-mail:baoyanjie19@126.com

【通信作者】 郝明德(1957—),男,陕西华县人,研究员,博士生导师,主要从事农田生态系统生产力研究。E-mail:mdhao@ms.iswc.ac.cn

ventional tillage. 【Conclusion】 Extended harvest time significantly increased spring maize yield, and the amount of increase was highly related to different tillage and coverage measures.

Key words: spring maize; harvest time; dry matter accumulation; yield effect

玉米是我国三大粮食作物之一,是优良的饲料和重要的工业原料,年种植面积 2 545 万 hm^2 ,占全国粮食作物的 1/4^[1]。收获期是影响作物产量和品质的重要因素之一,人们通常将果穗苞叶发黄、籽粒变硬作为玉米成熟的标志,但尚无统一标准。研究表明,在玉米 2/3 乳线期到黑色层出现时收获可获得最高的干物质产量^[2]。李晔^[3]认为,乳线位置处在距柄端弱 1/5 处、风干水分含量 20% 左右时,为玉米适宜收获期。有研究表明,籽粒胚乳固化的程度不能充分反映生理成熟状况,达到生理成熟时籽粒乳线未消失^[4]。当果穗苞叶变黄发白时收获,千粒质量仅为完熟期的 85%~90%,此时收获产量会减少 10%~15%^[5-6]。研究认为,玉米苞叶变黄时植株营养器官积累的内源物质继续向籽粒转移,推迟 8~10 d 收获,可增产 10% 以上^[7-8]。但目前有关延收增产的研究多集中在品种和栽培措施对产量的影响方面,而对于不同的耕作覆盖措施下延时收获的研究较少。目前,黄土高原地区由于早收现象普遍,造成不必要的减产。本研究在不同耕作覆盖措施下,探讨了延收对玉米产量、粒质量、灌浆速率、光温利用及植株干物质变化的影响,探寻该区玉米最佳收获时间,为玉米延收增产提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况及试验设计

试验在中国科学院长武农业生态试验站进行。该区年均降雨量 578.5 mm,年均气温 9.1 $^{\circ}\text{C}$,海拔 1 200 m, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 3 029 $^{\circ}\text{C}$,无霜期 171 d,属暖温带半湿润大陆性季风气候,是典型的雨养农业区,农作物以一年一熟小麦、玉米为主。玉米生育期降雨量为 484 mm。

试验共设 5 个处理,即传统耕作(CT);传统耕作+秸秆覆盖(CS);传统耕作+地膜覆盖(CP);免耕+秸秆覆盖(NTS);免耕+地膜覆盖(NTP)。播种时间为 2011-04-20,小区面积为 7 m $\times$ 5 m=35 m^2 ,随机区组设计,3 次重复,宽窄行种植,宽行 60 cm,窄行 30 cm,供试玉米品种为“金赛 6850”,统一施纯 N 150 kg/hm^2 , P_2O_5 90 kg/hm^2 。氮肥用尿素(含氮 46%),磷肥用过磷酸钙(含 P_2O_5 16%),于作物播种前撒施翻入土壤。

1.2 测定项目及方法

在农民习惯收获(地膜覆盖为 09-11,其余耕作覆盖措施为 09-21)和延期收获(每延收 5 d 为 1 个收获期)时采集生长一致的玉米 3 株,将茎秆、叶(叶+叶鞘)、苞叶、雄穗、穗轴和须分别装袋,在 105 $^{\circ}\text{C}$ 下杀青 15 min,再在 65 $^{\circ}\text{C}$ 下烘干至恒质量,称其干物质质量,环剥中部籽粒 200 粒,烘干后称干质量,统计千粒质量,取 100 粒籽粒,计算灌浆速率。每隔 1 个收获期,收取 1 行测产,从中选取 3 个生长一致的穗计算单株粒质量。

灌浆速率($\text{mg}/(\text{g} \cdot \text{d})$)=(100 粒籽粒的鲜质量-100 粒籽粒的干质量)/5。

采用的气象因子为玉米生长季节内的逐日日照时数、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温,试验数据均来自于中国科学院长武农业生态试验站。

1.3 数据处理

用 Excel 2003 和 SAS 8.0 软件对试验数据进行处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 延收对玉米籽粒产量及植株干物质质量的影响

2.1.1 籽粒产量 由表 1 可见,随着收获时间的延长,不同耕作和覆盖措施下玉米籽粒产量均呈增加趋势,综合考虑当地的农收习惯和天气因素,认为以延长收获 15 d 的产量增幅最大,继续延收产量增幅不明显。不同耕作和覆盖方式下,玉米籽粒产量的增加幅度有一定差异,表现为传统耕作条件下延收的增幅最大,秸秆覆盖次之,地膜覆盖最低。延迟收获 15 d 时,传统耕作条件下玉米籽粒产量由 8 134.9 kg/hm^2 增至 9 469.6 kg/hm^2 ,增幅为 16.4%,平均日增产 89.0 kg ;传统耕作+秸秆覆盖的籽粒产量由 8 014.8 kg/hm^2 增至 9 150.4 kg/hm^2 ,增幅为 14.2%;传统耕作+地膜覆盖的籽粒产量由 9 249.6 kg/hm^2 增至 10 212.9 kg/hm^2 ,增幅为 10.4%;免耕+秸秆覆盖的籽粒产量由 8 483.5 kg/hm^2 增至 9 678.9 kg/hm^2 ,增幅为 14.1%;免耕+地膜覆盖的籽粒产量由 9 461.8 kg/hm^2 增加至 10 443.0 kg/hm^2 ,增幅为 10.4%。免耕+秸秆覆盖的籽粒产量平均日增 79.7 kg ,传统耕作+秸秆覆盖籽粒产量平均日增 75.7 kg ,免耕

明显优于传统耕作;传统耕作+地膜覆盖的籽粒产
量平均日增 64.2 kg,免耕+地膜覆盖的籽粒产量

平均日增 65.4 kg,免耕也优于传统耕作。说明免
耕较传统耕作有较好的增重作用。

表 1 不同耕作覆盖措施下延收对玉米产量的影响

Table 1 Effects of extention harvest time and different tillage and cover conditions measures on yield of maize						kg/hm ²
延收时间/d Extending of harvest time	CT	CS	CP	NTS	NTP	
0	8 134.9	8 014.8	9 249.6	8 483.5	9 461.8	
5	8 391.8	8 260.1	9 443.6	8 807.4	9 739.4	
10	8 938.8	8 757.7	9 790.1	9 197.4	10 116.9	
15	9 469.6	9 150.4	10 212.9	9 678.9	10 443.0	
20	9 495.0	9 169.3	10 231.8	9 698.1	10 461.1	
25	9 538.0	9 201.7	10 260.5	9 734.6	10 496.2	
30	9 556.5	9 236.8	10 280.0	9 768.0	10 528.2	

2.1.2 单株粒质量 由表 2 可知,不同耕作和覆盖
措施下延收对玉米单株粒质量有显著的增加作用,
延收的增产作用因耕作和覆盖方式不同而有所差
异。延迟收获 15 d,单株粒质量显著增加,15 d 之
后有所增加,但差异不显著。延收 15 d,传统耕作条
件下单株粒质量由 176.08 g 增至 204.97 g,增幅为
16.4%,平均日增 1.93 g;传统耕作+秸秆覆盖的单
株粒质量由 173.48 g 增至 198.06 g,增幅为
14.2%;传统耕作+地膜覆盖的单株粒质量由

200.21 g 增至 221.06 g,增幅为 10.4%;免耕+秸
秆覆盖的籽粒产量由 183.63 g 增至 209.50 g,增幅
为 14.1%;免耕+地膜覆盖的单株粒质量由 204.80 g
增至 226.04 g,增幅为 10.4%。秸秆覆盖条件下,免
耕的单株粒质量平均日增 1.72 g,传统耕作单株粒质
量平均日增 1.64 g;地膜覆盖条件下,传统耕作的单
株粒质量平均日增 1.39 g,免耕的单株粒质量平均日
增 1.42 g,免耕优于传统耕作。2 种覆盖条件下,秸
秆覆盖的单株粒质量日增量明显优于地膜覆盖。

表 2 不同耕作覆盖措施下延收对玉米单株粒质量的影响

Table 2 Effects of maize weight per plant of extension harvest time under different tillage and cover conditions measures						g
延收时间/d Extending of harvest time	CT	CS	CP	NTS	NTP	
0	176.08 d	173.48 d	200.21 d	183.63 d	204.80 d	
5	181.64 c	178.79 c	204.41 c	190.64 c	210.81 c	
10	193.48 b	189.56 b	211.91 b	199.08 b	218.98 b	
15	204.97 a	198.06 a	221.06 a	209.50 a	226.04 a	
20	205.47 a	198.42 a	221.42 a	209.86 a	226.36 a	
25	206.39 a	199.16 a	222.03 a	210.64 a	227.12 a	
30	206.79 a	199.90 a	222.43 a	211.35 a	227.79 a	

注:同列数值后不同小字母表示差异达 5% 显著水平,表 3 同。

Note: Values followed by different lowercase letters in the same column are significant at 5% level, The same table 3.

2.1.3 千粒质量 由表 3 可以看出,不同耕作覆盖
措施下,玉米籽粒千粒质量差异明显。地膜覆盖的
千粒质量显著高于秸秆覆盖,免耕+地膜覆盖的千
粒质量高于传统耕作+地膜覆盖。不同耕作覆盖条
件下延收玉米的千粒质量都明显表现出增加趋势。
在不同的耕作和覆盖措施下,延迟收获 15 d 的增幅
最大,继续延迟收获增幅变化不大。延长收获 15 d,
传统耕作条件下千粒质量由 243.90 g 增至
297.70 g,增幅为 22.1%,千粒质量平均日增 3.59
g,增幅最大;传统耕作+秸秆覆盖的千粒质量由
237.00 g 增至 284.30 g,增幅为 20.0%;传统耕

作+地膜覆盖的千粒质量由 293.30 g 增至 332.60
g,增幅为 13.4%;免耕+秸秆覆盖的千粒质量由
254.60 g增至 305.92 g,增幅为 20.2%;免耕+地
膜覆盖的千粒质量由 302.50 g 增至 343.60 g,增幅
为13.6%。2 种耕作措施中,均以地膜覆盖的籽粒
产量效果最好;秸秆覆盖条件下,免耕的千粒质量平
均日增 3.42 g,传统耕作的千粒质量平均日增 3.15
g,免耕增产优于传统耕作;地膜覆盖条件下,传统耕
作千粒质量平均日增 2.62 g,免耕的千粒质量平均
日增 2.74 g,免耕也优于传统耕作。

表 3 不同耕作覆盖措施下延收对玉米千粒质量的影响

Table 3 Effects of 1 000-grain-weight of extention harvest time under different cultivation and mulching measures

延收时间/d Extending of harvest time	CT	CS	CP	NTS	NTP
0	243.90 d	237.00 d	293.30 d	254.60 d	302.50 d
5	279.24 c	267.18 c	313.38 c	288.80 c	332.70 c
10	289.29 b	274.50 b	325.80 b	298.60 b	339.30 b
15	297.70 a	284.30 a	332.60 a	305.92 a	343.60 a
20	297.82 a	284.70 a	332.98 a	304.95 a	343.65 a
25	299.93 a	284.80 a	333.57 a	306.62 a	343.69 a
30	300.02 a	284.91 a	333.72 a	307.03 a	343.92 a

2.1.4 灌浆速率 不同耕作覆盖措施下延收对玉米灌浆速率的影响见图 1。

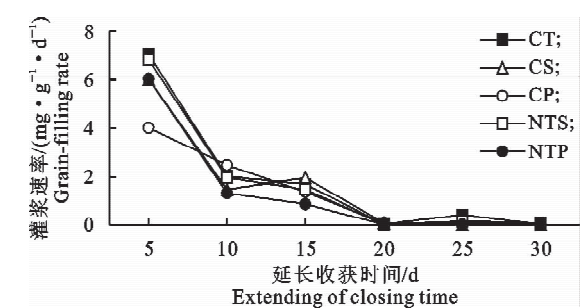


图 1 不同耕作覆盖措施下延收对玉米灌浆速率的影响
Fig.1 Effects of grain filling rate of extending harvest time under different cultivation and mulching measures

由图 1 可见,不同耕作覆盖措施下玉米籽粒灌浆速率不同,但总体趋势是相同的,均表现为随着收获时间的延长灌浆速率逐渐降低。延长收获 5 d,各

耕作覆盖措施下玉米灌浆速率均最大,且表现为传统耕作>免耕+秸秆覆盖>免耕+地膜覆盖>传统耕作+秸秆覆盖>传统耕作+地膜覆盖;延长收获 10 d 灌浆速率明显下降;延收 15 d,不同耕作覆盖措施籽粒仍有灌浆,此时传统耕作、秸秆覆盖和地膜覆盖平均灌浆速率分别为 1.7,1.7 和 1.1 mg/(g · d),延收 20 d 以后几乎不再灌浆。

2.2 延收对玉米植株器官干物质分配的影响

由表 4 可见,玉米延收后,各器官干物质向籽粒转移量及对籽粒增重的贡献率不同。延收 15 d,传统耕作干物质向籽粒转移量最多,达 10.06 g/株,各处理中均以茎秆及叶(叶和叶鞘)转移量较大,其他器官转移量较少;凡有地膜覆盖的干物质转移较少,这与实施地膜覆盖后,玉米植株生育期提前有一定的关系。实施地膜覆盖后,生育期普遍能提前 10 d 左右。

表 4 不同耕作覆盖措施下延收 15 d 玉米各器官干物质转移量及对籽粒增重的贡献率

Table 4 Amount of transfer and contribution rate of dry matter of extention harvest 15 days in various organs under different cultivation and mulching measures

处理 Treatment	茎秆 Stem		叶 Leaf		苞叶 Bract		雄穗 Tassel		须 Breard		穗轴 Cob	
	转移量/ (g · 株 ⁻¹)	贡献率/%	转移量/ (g · 株 ⁻¹)	贡献率/%	转移量/ (g · 株 ⁻¹)	贡献率/%	转移量/ (g · 株 ⁻¹)	贡献率/%	转移量/ (g · 株 ⁻¹)	贡献率/%	转移量/ (g · 株 ⁻¹)	贡献率/%
	Transfer amount	Contri- bution rate	Transfer amount	Contri- bution rate	Transfer amount	Contri- bution rate	Transfer amount	Contri- bution rate	Transfer amount	Contri- bution rate	Transfer amount	Contri- bution rate
CT	4.30	14.88	3.80	13.15	0.82	2.84	0.23	0.80	0.36	1.25	0.55	1.90
CS	3.20	13.02	3.15	12.82	0.69	2.81	0.17	0.69	0.25	1.02	0.44	1.79
CP	2.65	12.71	2.58	12.37	0.63	3.02	0.12	0.58	0.17	0.82	0.38	1.82
NTS	3.40	13.14	3.37	13.03	0.73	2.82	0.21	0.81	0.28	1.08	0.48	1.86
NTP	2.78	12.95	2.64	12.43	0.64	3.11	0.14	0.66	0.18	0.85	0.40	1.88

表 4 显示,不同耕作覆盖措施转移干物质对籽粒增重的贡献率不同,延收 15 d,植株器官转移的干物质对籽粒增重的贡献率表现为传统耕作最大,传统耕作+地膜覆盖最小。秸秆覆盖条件下,各器官转移的干物质对籽粒增重的贡献率为 32.13%~32.74%;而地膜覆盖下,各器官转移的干物质对籽粒增重的贡献率为 31.32%~31.92%;免耕措施下

各器官干物质对籽粒增重的贡献率优于传统耕作,可见,延迟收获有利于干物质向籽粒转移,增加籽粒质量。

2.3 延收对光温资源利用的影响

玉米延迟收获后增加了对光温资源的利用,由表 5 可见,延收 15 d,秸秆覆盖和地膜覆盖可多利用的积温分别为 180.33 和 154.98 ℃,依次比习惯收

获增加6.09%和5.75%;延收30 d,秸秆覆盖和地膜覆盖可多利用的积温分别为331.56和340.39℃,依次比习惯收获增加11.19%和12.63%;玉米延期收获后,不同耕作覆盖措施下可多利用的积温逐渐增多。

玉米延收后增加了对光照资源的利用,延收

表 5 不同耕作覆盖措施下玉米延收对光温资源利用的影响

Table 5 Light and temperature that were used by maize of extention harvest time under different cultivation and mulching measures

处理 Treatment	日照时数/h Sunshine duration			≥10℃积温/℃ ≥10℃ accumulated temperature		
	生育期 Growth period	延收 15 d Delay 15 days	延收 30 d Delay 30 days	生育期 Growth period	延收 15 d Delay 15 days	延收 30 d Delay 30 days
传统耕作 Con- ventional tillage	875.54	52.90(6.04%)	127.70(14.59%)	2 962.97	180.33(6.09%)	331.56(11.19%)
秸秆覆盖 Straw mulching	875.54	52.90(6.04%)	127.70(14.59%)	2 962.97	180.33(6.09%)	331.56(11.19%)
地膜覆盖 Plastic film mulching	870.00	23.40(2.69%)	76.60(8.80%)	2 695.58	154.98(5.75%)	340.39(12.63%)

注:括号中数据为该处理较习惯收获的增幅。
Note:The data in the parenthese represent the increase in the processing and usual harvest compared.

3 讨 论

适时延收是影响玉米产量和品质的重要因素之一,选择恰当的收获期对玉米产量影响较大,也是一项无需增加投入的增产措施。陈现平等^[9]对玉米进行适时晚收,发现玉米推迟收获10 d后,产量增加10%以上,其产量增加的主要原因是提高了粒重^[8,10-12]。路海东等^[13]研究表明,不同密度、灌水和施氮措施下,收获期与千粒质量和产量呈线性相关关系,收获期每推迟1 d,产量增加174.71~232.33 kg/hm²。本研究认为,延收15 d,传统耕作增幅效果最好,产量增加1 334.7 kg/hm²,秸秆覆盖增产1 135.6~1 195.4 kg/hm²,地膜覆盖增产963.3~981.2 kg/hm²;传统耕作单株粒质量平均日增1.93 g,秸秆覆盖平均日增1.64~1.72 g,地膜覆盖平均日增1.39~1.42 g。

光温是影响玉米产量的关键气象因子^[14-15],研究表明,玉米生育期间的积温、日照与产量呈极显著正相关,积温的直接效应最大^[16-17]。本研究结果表明,玉米延迟收获增加了对光温资源的利用,有利于籽粒灌浆和提高千粒质量,是产量增加的主要原因。

4 结 论

1)玉米适时延收是提高产量潜力的有效技术措施。试验结果表明,适时延收,玉米产量和千粒质量增加显著。延长收获15 d,传统耕作千粒质量平均

15 d,地膜覆盖和秸秆覆盖可多利用的日照时数分别为23.40和52.90 h,依次比习惯收获增加2.69%和6.04%,延收30 d地膜覆盖和秸秆覆盖可多利用的日照时数分别为76.60和127.70 h,依次比习惯收获增加8.80%和14.59%(表5)。

日增3.59 g,产量增加1 334.7 kg/hm²,免耕+地膜覆盖延收后产量最高,达10 443.0 kg/hm²,产量增加了981.2 kg/hm²。

2)延收增产的主要原因是提高了玉米生育期特别是籽粒灌浆期对积温的利用。延迟收获后提高了积温利用效率,有利于籽粒灌浆,提高千粒质量,从而增加了产量。延迟15 d收获,秸秆覆盖和地膜覆盖可多利用的积温分别为180.33和154.98℃,且最大灌浆速率表现为传统耕作>免耕+秸秆覆盖>免耕+地膜覆盖>传统耕作+秸秆覆盖>传统耕作+地膜覆盖。

3)延长收获有利于植株器官干物质进一步向籽粒运移使籽粒质量增加。以传统耕作延收15 d干物质运移量最多,为10.06 g,叶及茎秆部分干物质对籽粒增重的贡献率可达25.08%~28.04%,且茎秆向籽粒中运移量最大,平均为13.34%。

4)黄土高原地区在习惯收获后,籽粒灌浆仍在继续,千粒质量增加,所以延长收获对玉米高产尤为重要,该地区的适宜收获期应比习惯收获延迟15 d左右。

[参考文献]

[1] 王海峰. 玉米产业在农业生产中的重要作用及发展前景 [J]. 种子世界, 2008(6): 54-55.
Wang H F. The important role and developmental prospects of maize industry in agricultural production [J]. Journal of Seed

- World, 2008(6): 54-55. (in Chinese)
- [2] Ganoë K H, Roth G W. Kernel milk line as a harvest in indicator for corn silage in Pennsylvania [J]. J Prod Agric, 1992, 5: 519-523.
- [3] 李 晔. 收获期对夏玉米产量性状的影响 [J]. 中国种业, 2007(10): 42-43.
Li Y. Effects of harvest time on the yield of maize [J]. Journal of China Seed Industry, 2007(10): 42-43. (in Chinese)
- [4] 王育红, 孟战赢, 王向阳, 等. 豫西地区夏玉米适时晚收产量效应研究 [J]. 玉米科学, 2009, 17(6): 60-62, 73.
Wang Y H, Meng Z Y, Wang X Y, et al. Effects study of timely harvest later on summer maize variety yield in the west of Henan [J]. Journal of Maize Science, 2009, 17(6): 60-62, 73. (in Chinese)
- [5] 鲍继友, 张金龙, 孙顶太. 夏玉米最佳收获期试验研究 [J]. 玉米科学, 1993, 1(3): 23-25.
Bao J Y, Zhang J L, Sun D T. The study of the best harvest period on summer corn [J]. Journal of Maize Sciences, 1993, 1(3): 23-25. (in Chinese)
- [6] 张瑞霞, 刘景辉, 牛 敏, 等. 不同收获期青贮玉米品种营养成分的积累与分配 [J]. 玉米科学, 2006, 14(6): 108-112, 116.
Zhang R X, Liu J H, Niu M, et al. Accumulation and distribution of nutrients of silage maize in different harvest periods [J]. Journal of Maize Sciences, 2006, 14(6): 108-112, 116. (in Chinese)
- [7] Rácz F, Kása S, Hadi G. Daily changes in the water content of early and late maturing grain maize varieties in the later stages of over-ripening [J]. Cereal Res Commun, 2008, 36: 583-589.
- [8] 李洪梅, 白洪立, 王西芝, 等. 不同收获时期对夏直播玉米产量影响的试验 [J]. 农业科技通讯, 2008(6): 80-82.
Li H M, Bai H L, Wang X Z, et al. The effects of different harvest period on yield of summer maize [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2008(6): 80-82. (in Chinese)
- [9] 陈现平, 李运生, 戚尚恩. 淮北地区玉米夏播制种的灌浆速度和最适收获期 [J]. 安徽农业科学, 1999, 27(5): 438-439, 441.
Chen X P, Li Y S, Qi S E. The filling speed and optimum harvest period of summer maize seed production in Huaibei area [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 1999, 27(5): 438-439, 441. (in Chinese)
- [10] 张 宁. 播期与收获期对夏玉米生长发育及产量影响的研究 [D]. 河北保定: 河北农业大学, 2009.
Zhang N. Effects of sowing date and harvesting date on growth and yield of summer corn [D]. Baoding, Hebei: Agriculture University of Hebei, 2009. (in Chinese)
- [11] 李月华, 侯大山, 刘 强, 等. 收获期对夏玉米千粒重及产量的影响 [J]. 河北农业科学, 2008, 12(7): 1-3, 6.
Li Y H, Hou D S, Liu Q, et al. Effect of harvest period on 1 000-grain weight and yield of summer maize [J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2008, 12(7): 1-3, 6. (in Chinese)
- [12] 张同法. 不同收获期对夏直播玉米千粒重的影响 [J]. 农业科技通讯, 2009(8): 84-85.
Zhang T F. Effects of different harvest time on the summer maize 1 000-grain weight [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2009(8): 84-85. (in Chinese)
- [13] 路海东, 薛吉全, 马国胜, 等. 收获期对不同栽培措施玉米产量及粒重的影响 [J]. 玉米科学, 2011, 19(1): 101-104.
Lu H D, Xue J Q, Ma G S, et al. Effects of delaying harvest and different cultivation measures on yield and grain weight of maize [J]. Journal of Maize Sciences, 2011, 19(1): 101-104. (in Chinese)
- [14] 李潮海, 苏新宏, 谢瑞芝, 等. 超高产栽培条件下夏玉米产量与气候生态条件关系研究 [J]. 中国农业科学, 2001, 34(3): 311-316.
Li C H, Su X H, Xie R Z, et al. Study on relationship between grain-yield of summer corn and climatic ecological condition under super-high-yield cultivation [J]. Scientia Agriculture Sinica, 2001, 34(3): 311-316. (in Chinese)
- [15] 李言照, 东先旺, 刘光亮, 等. 光温因子对玉米产量及产量构成因素值的影响 [J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(2): 86-89.
Li Y Z, Dong X W, Liu G L, et al. Effects of light and temperature factors on yield and its components in maize [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2002, 10(2): 86-89. (in Chinese)
- [16] 李言照, 刘光亮, 张海燕. 光温因子与玉米产量的关系 [J]. 西北农业学报, 2001, 10(2): 67-70.
Li Y Z, Liu G L, Zhang H Y. The relationship of light and temperature factor and maize yield [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2001, 10(2): 67-70. (in Chinese)
- [17] 张吉旺, 董树亭, 王空军, 等. 大田遮荫对夏玉米光合特性的影响 [J]. 作物学报, 2007, 33(2): 216-222.
Zhang J W, Dong S T, Wang K J, et al. Effects of nitrogen application regimes on yield, quality, and nitrogen use efficiency of super japonica hybrid rice [J]. Acta Agronomica Sinica, 2007, 33(2): 216-222. (in Chinese)