

黄土区不同熟制玉米延收增产技术研究

郝明德¹, 谢永生¹, 鲍艳杰², 黄耀明³

(1. 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学农学院, 陕西 杨凌 712100;

3. 宝鸡市农机管理推广中心, 陕西 宝鸡 721000)

摘要: 研究了延迟收获对不同熟制玉米株粒重、千粒重及植株器官干物质运移的影响。结果表明, 玉米适时延收具有明显的增产效果。延收 15 d, 春、夏玉米植株器官干物质向籽粒中运移量分别达 28.89 g·株⁻¹和 23.81 g·株⁻¹, 叶和茎秆的干物质对籽粒的贡献率高达 80% 左右; 春玉米单株粒重增加 29.2 g, 单株粒重日增 1.95 g, 千粒重增加 53.8 g, 平均日增 3.58 g, 增产 1 336.5 kg·hm⁻², 增产 16.6%; 夏玉米单株粒重增加 31 g, 平均日增重 2.1 g, 千粒重增加 81.7 g, 平均千粒重日增 5.5 g, 产量增加 1 488.0 kg·hm⁻², 增产 18.9%, 增产效益显著。

关键词: 玉米; 延迟收获; 增产效应

中图分类号: S513.047 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2013)01-0057-04

Effects of delayed harvest on production of maize in loess area

HAO Ming-de¹, XIE Yong-sheng¹, BAO Yan-jie², HUANG Yao-ming³

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. Baoji Agricultural Machine Management and Extension Center, Baoji, Shaanxi 721006, China)

Abstract: The experiment was conducted to analyze the effects of delayed harvest on the grain weight per plant, 1000-grain weight and dry matter transport in plant organs of maize. The results show that reasonable delayed harvest could produce an obvious yield-increasing effect. When the harvesting time was delayed for 15 days, the transport amount of dry matter from plant organs of spring and summer maize was 28.89 g and 23.81 g respectively, and the contribution rate of leaves and stem to grains was about 80%. For spring maize, the grain weight per plant increased 29.2 g, the daily increase of grain weight per plant was 1.95 g, the 1000-grain weight increased 53.8 g, the daily increase of 1000-grain weight was 3.58 g, the yield increased 1 336.5 kg·hm⁻², and the increase rate of yield was 16.6%; for summer maize, the grain weight per plant increased 31 g, the daily increase of grain weight per plant was 2.1 g, the 1000-grain weight increased 81.7 g, the daily increase of 1000-grain weight was 5.5 g, the yield increased 1 488.0 kg·hm⁻², and the increase rate of yield was 18.9%.

Keywords: maize; delayed harvest; yield – increasing effect

玉米是我国主要粮食作物之一, 年种植面积 2 545 万 hm², 占全国粮食作物的 1/4, 挖掘玉米增产潜力在粮食增产技术体系中占据重要地位。收获期是影响玉米产量和品质的因素之一, 选择适宜的收获期是获得高产优质的关键^[1-3]。当前玉米收获期的确定是以玉米果穗苞叶变黄发白、籽粒变硬为标准, 普遍在玉米苞叶变白时开始收获, 实际上植株生长处于蜡熟期, 离完熟期尚有一段时间, 光合产物还没有充分向籽粒转移, 籽粒重量仅为完熟期 80% ~ 90%, 过早收获造成不必要的减产^[4]。随着农业综

合生产条件的不断改善, 特别是近年来, 农业机械作业缩短了农耗时间, 为推广玉米延迟收获技术创造了一定条件。我们在陕西渭北春玉米种植区和一年二熟夏玉米种植区, 进行了不同熟制玉米延迟收获试验, 为挖掘玉米增产潜力提供依据。

1 材料与方法

选择陕西典型春玉米种植区的长武农业生态站和典型夏玉米种植区的杨凌试验场, 开展春玉米和夏玉米延期收获试验研究。

收稿日期: 2012-05-06

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(2009CB118604); 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-JC408); 国家科技支撑计划重大项目(2011BAD31B01); 农技推广与体系建设专项经费项目

作者简介: 郝明德(1957—), 男, 陕西华县人, 研究员, 博士生导师, 主要研究方向为农田生态系统生产力。E-mail: mdhao@ms.iswc.ac.cn。

1.1 春玉米

试验在中国科学院长武农业生态试验站进行,该区是典型的雨养农业区,农作物以一年一熟小麦、玉米为主。试验地为粘盖黑垆土,土壤有机质 $13.05\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,全氮 $0.91\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,碱解氮 $53.9\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,全磷 $0.76\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效磷 $18.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾 $148.5\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,pH 8.4。春玉米品种为金赛 6850,播种密度为 $3\ 048\text{ 株}\cdot\text{667m}^{-2}$,2011 年 4 月 20 日播种,从 9 月 21 日开始,每隔 5 d 取样,测定玉米各器官的干物质重量。

1.2 夏玉米

地点选择在杨凌试验场,试验地前茬为冬小麦,土壤为垆土,耕层 0~20 cm 土壤有机质 $17.63\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,全氮 $0.936\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,碱解氮 $53.38\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,全磷 $0.769\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效磷 $10.63\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾 $137.3\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,pH 8.6。夏玉米品种为郑单 958,播种密度为 $3\ 200\text{ 株}\cdot\text{667m}^{-2}$ 。2011 年 6 月 18 日播种,从 9 月 28 日开始,每隔 5 d 取样 3 株,测定玉米各器官的干物质重量。

1.3 测定项目及计算方法

在农民习惯收获期开始延期收获,每隔 5 d 采集生长一致的玉米植株,将茎秆、叶(叶+叶鞘)、苞

叶、雄穗、穗轴和须分别装袋,在 105°C 下杀青 15 min,再在 65°C 下烘干至恒量,称其干物重,环剥中部籽粒 200 粒,烘干后称量干重,统计千粒重。

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

2 结果与分析

2.1 延迟收获对产量构成因素的影响

春玉米随着收获时间延长,单株粒重、千粒重及产量呈增加趋势,在 15 d 前增加显著,15 d 之后几乎不再增加,春玉米延长收获 15 d,单株粒重增加 29.2 g,平均日增重 1.95 g,千粒重增加 53.8 g,平均日增 3.58 g;增产 $1\ 336.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,增产 16.6%。夏玉米随收获期延长,千粒重、单株粒重及产量呈增加趋势,15 d 之后增加速度有所减缓,延长收获 15 d,单株粒重增加 31 g,平均日增重 2.1 g,千粒重增加 81.7 g,平均千粒重日增 5.5 g;增产 $1\ 488\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,增加 18.9%;延收 30 d,千粒重增加 88.0 g,单株粒重增加 32.7 g,增产 $1\ 567.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。延收 30 d 与延收 15 d 相比,千粒重仅增加 6.3 g,单株粒重仅增加 1.7 g,增产仅 $79.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。增加延迟收获时间,没有明显的效益。

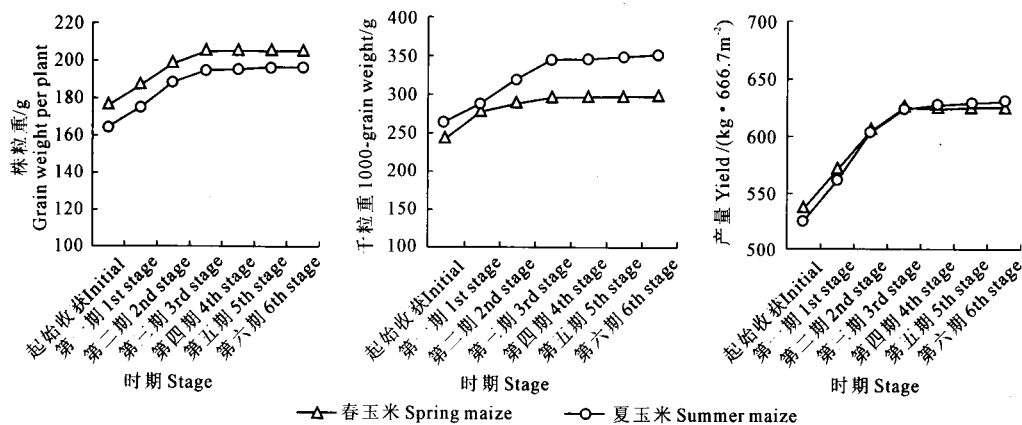


图 1 延迟收获对株粒重、千粒重及产量的影响

Fig. 1 The influence of delayed harvest on grain weight per plant, 1000-grain weight and yield

2.2 延迟收获对灌浆速率的影响

灌浆是玉米的一个重要时期,灌浆时间的长短是影响产量的关键因素之一,农民习惯收获期正处于蜡熟期,此时收获将会中断灌浆进程,造成不必要的减产。春夏玉米籽粒灌浆速率不同,春玉米表现为随着收获时间的延长灌浆速率逐渐降低(图 2),春玉米延长收获 5~10 d 灌浆速率明显下降,到 20 d 下降到最低,灌浆速率为 $0.24\text{ g}\cdot\text{d}^{-1}\cdot 1000\text{ 粒}^{-1}$,表明后期延长收获的籽粒增重较少。夏玉米延长收获前 10 d 灌浆速率大致相同,延收 15 d 灌浆速率变

化明显,之后夏玉米的籽粒仍有灌浆,灌浆速率普遍高于春玉米。

2.3 延收玉米的干物质运移情况

2.3.1 干物质的运转量 延收对单株粒重增加有显著作用,而粒重的增加来自于植株各器官干物质的运移。实施延迟收获,春、夏玉米的植株各器官干物质继续向籽粒运转。春玉米延收 15 d,单株粒重增加量为 29.24 g,籽粒的增加量达最大值,而植株其它器官的干物质重量由 210.35 g 降至 181.46 g,降幅为 13.7%,延收 15 d 之后,各器官物质移动量

基本稳定(表 1);夏玉米延收 15 d,单株粒重增加显著,籽粒的增加量为 31.0 g,各器官物质移动量较大,15 d 之后,各器官干物质运移量变化较小(表 2),延收 30 d,籽粒重量增加为 32.71 g, 15 d 时间单株粒重增加 1.71 g。延收 15 d,即可达到挖掘玉米增产潜力的目的。

2.3.2 干物质的运转比例 春、夏玉米延迟收获,植株各器官干物质的运转比例大致相同。春玉米叶及叶鞘、茎秆对籽粒增重的贡献率最大,二者占 77.8%,天花占 3.7%,穗部的苞叶、须、穗轴三者对籽粒的贡献率 18.5%,夏玉米叶及叶鞘、茎秆对籽粒增重的贡献率 77.8%,天花占 3.7%,苞叶、须、穗轴三者对籽粒的贡献率 17.8%。延迟收获 15 d,籽粒可从秸秆部分获得 80% 以上的干物质运转量,从

穗部可以获得 18% 左右的运转量。其中,穗轴的干物质继续向籽粒转移,延迟收获和收后延迟脱粒也是减少损失的有效途径。

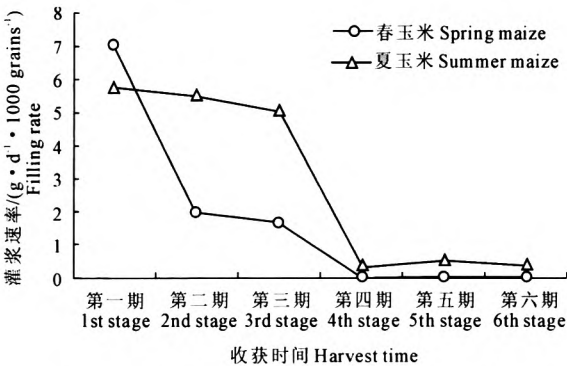


图 2 延长收获春夏玉米灌浆速率的变化

Fig.2 The effect of delayed harvest on filling rate of maize

表 1 春玉米延迟收获对干物质运移的影响/(g·株⁻¹)

Table 1 The effect of delayed harvest on dry matter transport in spring maize/(g·plant⁻¹)

延收期 Delayed harvest stage	叶 + 鞘 Leaf and sheath	茎秆 Stem	天花 Tassel	苞叶 Bract	须 Silk	穗轴 Cob	籽粒 Grain
开始收获 Initial	76.68	67.32	3.13	25.92	1.76	35.54	176.08
第一次 1st stage	74.79	65.59	3.08	24.59	1.51	35.24	187.35
第二次 2nd stage	70.69	59.53	2.86	24.26	1.22	34.91	198.86
第三次 3rd stage	67.72	53.51	2.06	23.30	1.02	33.50	205.33
第四次 4th stage	67.72	53.52	2.07	23.31	1.02	33.51	205.32
第五次 5th stage	67.73	53.52	2.06	23.30	1.03	33.50	204.98
第六次 6th stage	67.72	53.51	2.06	23.30	1.02	33.50	205.32

表 2 夏玉米延迟收获对干物质运移的影响/(g·株⁻¹)

Table 2 The effect of delayed harvest on dry matter transport in summer maize/(g·plant⁻¹)

延收期 Delayed harvest stage	叶 + 鞘 Leaf and sheath	茎秆 Stem	天花 Tassel	苞叶 Bract	须 Silk	穗轴 Cob	籽粒 Grain
开始收获 Initial	76.58	67.46	3.15	25.82	1.74	35.17	163.89
第一次 1st stage	74.09	65.29	3.08	24.69	1.58	35.32	175.28
第二次 2nd stage	70.59	59.13	2.76	24.06	1.32	35.25	188.7
第三次 3rd stage	67.79	55.53	2.58	23.85	1.05	34.41	194.89
第四次 4th stage	67.74	54.52	2.37	23.32	1.19	34.89	195.76
第五次 5th stage	67.72	53.88	2.16	23.35	1.07	34.47	196.51
第六次 6th stage	67.70	53.51	2.08	23.32	1.05	34.46	196.6

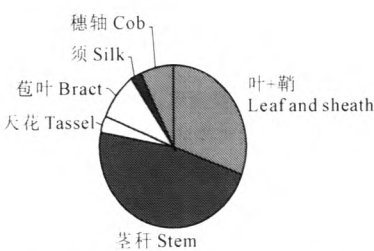


图 3 春玉米延收 15 d 各器官对籽粒的贡献率/%

Fig.3 The contribution of each organ to Spring maize grain the delayed harvest for 15 days

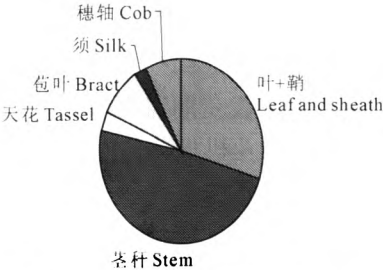


图 4 夏玉米延收 15 d 各器官对籽粒的贡献率/%

Fig.4 The contribution of each organ to Summer maize grain the delayed harvest for 15 days

3 结论与讨论

1) 春、夏玉米延收试验结果表明,农民习惯收获期多在蜡熟期,粒重仅为完熟期的 80% 左右,玉米延收技术是延长籽粒灌浆时间,保障植株光合产物充分向籽粒转移,提高玉米单株粒重。延迟收获 15 d,把玉米收获从蜡熟期延至完熟期,就可挖掘到玉米 10%~20% 的增产潜力。延迟收获 15 d,可使春玉米增产 $1\,336.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,增加 16.6%,可使夏玉米增产 $1\,488.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,增加 18.9%,有明显的增产效果。

近年来,国内外大量试验研究表明,推迟收获有明显的增产效果。李月华等^[5]研究表明,随着收获期推迟,夏玉米千粒重提高。陈现平等^[6]研究淮北地区收获推迟 10~17 d,可增产 17.7%~24.1%;王育红等^[7]研究豫西玉米推迟收获 15 d,平均增产 $1\,333.6\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,千粒重平均提高 42.55 g。李洪梅等^[8]对山东兖州夏玉米有研究表明,推迟 8~10 d 收获,在不增加任何成本情况下,玉米单产可提高 10% 以上。曹雪梅等^[9]研究河北衡水玉米晚收 7~10 d,可平均增产 $88.2\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。中国农业大学在曲周试验表明,推迟收获 15 d,其千粒重增加 53.3 g,产量提高 $197\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,为了不影响小麦的正常播种夏玉米的适宜收获期为 10 月 1~5 日^[10]。路海东等^[11]对陕西关中地区夏播玉米 6 个不同类型品种在 2 种密度、2 种施氮水平和 2 种灌水条件下迟收试验表明,从 9 月 17 日开始,收获期每推迟 1 d,百粒重增加 0.4444 g,产量增加 $205.78\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,迟收完熟期在 10 月 4~8 日,冬小麦的播种期在 10 月 5~15 日。

2) 陕西省春玉米区主要分布在陕北、渭北及陕南浅山丘陵区,春玉米区不存在有后茬作物播种的问题,此技术不需要增加任何生产投入,在常规丰产技术措施的基础上,只要加强宣传力度,改变群众的生产习惯,推迟收获时间,就可挖掘出玉米 10%~15% 的增产潜力。同时可以增加植被的覆盖时间,有利于减少风蚀和水蚀对农田的危害。

3) 在一年二熟夏玉米区,由于受小麦玉米轮作时间制约,延长玉米收获期需要农技、农机、农资等部门协作,特别是农业机械装备的保证,才能得以全面实施和推广。目前,关中一年二熟夏玉米区农民习惯收获期在国庆节前,延至 10 月 10 日至 15 日收获,不会影响下茬小麦的生产。

① 通过发挥农业机械化的作用,增加和完善玉

米收获机具、小麦播种机具,在生产过程中可以缩短 10 d 左右的农耗时间。目前从玉米收获到小麦播种大约持续近 20 多天时间,若能在 10 d 内完成玉米收获和小麦播种过程,就可以缩短 10 d 左右的农耗时间;从小麦收获到玉米播种约需 10 d 时间,若能在一周之内完成小麦收获和玉米播种过程,就可以缩短 2~3 d 农耗时间,提早 2~3 d 玉米播种,也为延收玉米赢得 3~5 d 时间。

② 近年来,关中地区现行小麦播种期普遍偏早一周左右时间,易形成冬旺,对小麦生长发育造成一定影响,原因是随着全球气候的变暖,冬前有效积温有所增加,为小麦播种期后移创造了条件,有推迟一周的可能性。加之小麦冬前处于苗期,通过加强冬前小麦田间管理措施,完全可以弥补因推迟播种所带来的不利影响。

③ 推广玉米延收增产技术,不需要增加生产成本,就可获得较好的经济收益。该技术立足农业机械装备水平的基础上,遵循自然规律和作物生长发育特性,充分利用全年光热资源,通过延迟玉米收获期 15 d,相应调整小麦播期,不会对小麦生产造成影响,就可挖掘出 15% 玉米的增产潜力。即:晚收 15 d,增产 15%。

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.
- [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: 518-519.
- [3] Rócz F, Kósa 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 陈现平. 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): 138-439, 441.
- [7] 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.
- [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.
- [9] 曹雪梅. 浅谈玉米晚收对产量的影响[J]. 陕北农业科技, 2008, (8): 52-53.
- [10] 曹国鑫, 雷 友, 张宏彦. 适期晚收技术对曲周夏玉米增产作用研究[J]. 现代农村科技, 2010, 21: 8-9.
- [11] 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.