

# 京郊春玉米保护性耕作技术模式

宋慧欣<sup>1</sup> 周春江<sup>1</sup> 郎书文<sup>1</sup> 张海林<sup>2</sup> 王崇旺<sup>3</sup> 鲁立平<sup>4</sup> 冯万红<sup>5</sup>

(1 北京市农业技术推广站, 北京 100029; 2 中国农业大学, 北京 100094; 3 北京市昌平区农技推广站, 北京 102200;

4 北京市延庆县农技推广站, 北京 102100; 5 北京市顺义区农科所, 北京 101300)

**摘要:** 针对近年北京市裸露农田面积增加、沙尘暴发生频繁,严重影响首都生态环境的现状,北京市农业技术推广站主持开展了京郊农田防尘保护性耕作技术研究与示范推广工作。通过秸秆覆盖方式研究、免耕播种机选型、免耕播种配套机具研发、肥料施用方式研究、病虫害发生情况调查与综合防治技术研究、不同耕作方式土壤生态指标监测结果等多方面的工作,形成了北京地区春玉米保护性耕作综合技术体系及操作规程,并在全市大面积推广应用。

**关键词:** 春玉米; 秸秆覆盖; 免耕播种; 模式

**中图分类号:** S232.9

**文献标识码:** B

## 1 京郊春玉米保护性耕作技术模式形成的条件与背景

### 1.1 北京郊区在农业结构调整过程中新增大量季节性裸露农田

北京地区季节性裸露农田分为3种类型:一是山区1年1熟春玉米区;二是平原1年2熟区,由于冬小麦种植面积缩减而新增的冬春裸露地;三是1年1熟沙土地作物(花生、白薯等)生产区。3种类型裸露农田面积达150万hm<sup>2</sup>。裸露农田形成的原因是多方面的,小麦生产投入多,效益差,农民种植积极性下降,是大量农田弃麦休闲形成裸露农田的重要原因之一。退出小麦生产的地区因种植结构调整与新型种植制度的研究脱节,导致平原区季节性裸露农田大量增加,给北京生态环境建设带来压力。

北京郊区季节性裸露农田以实行1年1熟耕作制度为主,目前超过8万hm<sup>2</sup>,是京郊春玉米的主产区。耕作方法采用秋翻地晾垡晒垡技术,冬春季有近半年时间土地休闲。北京地区由于冬春季气候干旱、多风,裸露的耕地极易产生扬尘。试验测定数据显示,翻耕的裸露农田是北京大气沙尘主要来源之一,成为首都生态环境的重要污染源<sup>[1]</sup>。农田风蚀,使千万t肥沃的表层土壤被吹走,土壤结构遭到破坏,导致农田沙化和贫瘠。因

而必须下大力量进行治理。

### 1.2 改善首都大气环境质量,迎接绿色奥运

2008年奥运会在北京举办,北京奥组委承诺将北京奥运办成“绿色奥运、科技奥运、人文奥运”。要实现“绿色北京、绿色奥运”,必须改善北京的生态环境,推动北京经济持续快速发展。因此,“建绿色北京、迎绿色奥运”已成为北京广大市民奋斗的目标,而北京环保工作的重要任务之一,是加强对京郊裸露农田的治理。

### 1.3 推广应用保护性耕作技术可实现生态与经济效益同步提高

传统的铧式犁耕作方式在我国已经延续了几千年,北方旱田大面积、多次铧式犁密集翻耕,导致农田土壤结构破坏,加剧水土流失,加速农田沙化和肥力衰竭是个不争的事实。随着传统铧式犁耕作方式负面影响的凸现,一种新型耕作方式,保护性耕作应运而生。机械化保护性耕作技术是依托机械将大量秸秆残茬覆盖地表,实施硬茬播种和施肥,并应用化学药物控制杂草和病虫害的耕作技术。该技术的实质是依靠作物残茬覆盖地表,少耕免耕,保护土壤,减少水土流失、风蚀和地表水分蒸发,减少劳动力、机械设备和能源投入,充分利用天然资源,实现农业生产的社会、经济、生态效益的有机统一,达到可持续发展的目的。北京郊区农业发展的方向是效益农业和生态农业,它是都市型农业的主要组成部分。围绕“农民增收”这条农村工作的主线,积极调整种植业结构;二是提高农民对生态农业的认识,克服重效益、轻

**作者简介:** 宋慧欣(1960-),推广研究员,北京市农业技术推广站,从事玉米栽培技术研究与推广,多年来主持和承担多项农业科研推广项目。

**收稿日期:** 2007-08-13

生态的不良倾向。都市型农业要求效益与生态并重,要解决平原地区裸露农田问题,须从提高农民效益入手,以提高经济效益为中心,研究新型耕作制度及种植方式,增加冬春覆盖方式,选择作物及品种高效配置,从根本上达到综合治理目的。在现阶段情况下,实施春玉米保护性耕作是京郊农业经济高效生态的最佳选择。为尽快在北京地区实施春玉米保护性耕作,北京市农业技术推广站承担了北京市农委下达的招标项目“北京地区季节性裸露农田综合治理技术研究”,其中,“春玉米机械化保护性耕作技术研究与应用”为该项目主要内容之一。目前,经过北京地区科研、教学和推广部门连续3年的技术攻关,保护性耕作技术已达到了成熟和应用阶段<sup>[4]</sup>。

## 2 春玉米保护性耕作技术模式技术规程

### 2.1 作业工序

从秋天收摘玉米穗开始,到秸秆粉碎或整秆覆盖,免耕休闲、表土作业、免耕施肥播种、杂草防控及田间管理。

### 2.2 基本条件

2.2.1 地势平坦,整地时要确保地面平整,无墒沟伏脊和土块。

2.2.2 具有春玉米免耕播种机、秸秆粉碎机及喷药(雾)机等农具。

### 2.3 秸秆处理

收穗后的玉米秸秆要作为覆盖物留在田间,根据作业工艺的不同,覆盖形式有以下2种。

2.3.1 整秆覆盖 分立秆和倒秆2种。立秆覆盖是玉米摘穗收获后秸秆仍立于田间。此种形式可保证地表的秸秆不易被风吹走。倒秆覆盖是玉米收获后用机械或人工将秸秆压倒铺放于行间,压秆时应顺风向压倒,但玉米秸秆量过大时须在适量稀疏外运秸秆后,应用此方法。

2.3.2 粉碎覆盖 玉米收获后,用秸秆粉碎机将秸秆粉碎后均匀地覆盖在地表。这种方式覆盖效果好,保水能力强,但粉碎后的秸秆冬春季易被风吹走或在田间堆积。所以粉碎后的秸秆覆盖地可采用缺口圆盘耙地,将部分秸秆混入土中,以减少秸秆被大风刮走或发生田间堆积,增强冬季降水的人渗。

### 2.4 播前准备

2.4.1 品种选择与种子处理 为提高春玉米品质,要选择推广生育期适宜的优质玉米品种。即根据当地生产需求和畜牧业发展情况进行品种选择。种子应该先精选、分级,只用1~2级种子,并采取药剂拌种或包衣。种子的发芽率要达到90%以上。

2.4.2 检查墒情 播前检查土壤墒情,掌握墒情变化。土壤墒情不好,即使种子勉强膨胀发芽,也往往因顶土出苗力弱而造成严重缺苗。为确保一次播种保全苗,播种时田间土壤持水量必须达到70%。

2.4.3 化肥准备 按土壤肥力水平准备施肥量。

高: N 195~210 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60~75 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 120~150 kg/hm<sup>2</sup>;

中: N 210~225 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75~90 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 105~120 kg/hm<sup>2</sup>;

低: N 225~240 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75~90 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 105~120 kg/hm<sup>2</sup>。

### 2.5 播种

2.5.1 播种期 春玉米播种,受温度、墒情影响较大。当5~10 cm土层温度稳定达到8~10℃时,土壤墒情适宜,应尽早抢墒播种。

2.5.2 播前表土作业(选择性作业) 春季播种前,应考察农田地表状况,决定是否进行表土作业。如果地表不平度较大,秸秆较多或堆积,应进行浅松、弹齿耙地或必要时选用旋耕浅旋。表土作业可改善地表状况,尤其是对地温较低的农田,可以提高表土地温,有利于播种和出苗。地表状况较好(平整、秸秆量适中)的地块,则不需进行表土作业,直接播种即可。

2.5.3 精量点播 第一,根据当地土壤肥力、品种特性及生产条件确定适宜种植密度。紧凑型品种以6.00万~6.75万株/hm<sup>2</sup>为宜,平展型以5.70万~6.30万株/hm<sup>2</sup>为宜,各地应根据当地肥水条件酌情掌握。第二,确定行距、粒距和播种量。为与玉米收获机相配合,行距要采用65~70 cm。根据密度、种子发芽率和行距计算播种粒距和播种量。

2.5.4 免耕播种机的调试及播种操作要求 免耕播种机必须加分草器,以避免秸秆拥堵。调试时,首先,将行距调整为65~70 cm;其次,调整播种深度,一般约5 cm;第三,调整播种量,要求拖拉机以2~3档的速度行驶,行速要匀,路线要直,中途不停车、不漏播和不重播;第四,确定底化肥用量及调整施肥深度,将全部磷、钾肥和少量氮素化肥做底肥,施肥深度调整在8~10 cm为宜。播种时地表如果有干土层,则应实行深开沟、浅覆土,保证种籽种在湿土上。

在春季地温较低或无霜期短的地方播种时,应尽量将行上的秸秆分到两边,以使种行能多吸收阳光,以利地温提高和玉米生长。

## 2.6 化学除草及虫害防治

2.6.1 播后苗前化学除草 应用的药剂与剂量:38 %莠去津悬浮剂 3 000~3 750 ml/hm<sup>2</sup>,72 %都尔乳油 1 500~2 250 ml/hm<sup>2</sup>,33 %施田补乳油 3 750~4 500 ml/hm<sup>2</sup>,或 50 %乙草胺乳油 1 500~2 250 ml/hm<sup>2</sup>。每 hm<sup>2</sup> 对水 600 L,于玉米播种后及时进行土壤处理。

2.6.2 苗期化学除草 玉米苗期茎叶处理除草,可选择 4 %玉农乐悬浮剂 1 050~1 500 ml/hm<sup>2</sup>。

2.6.3 化学除草注意事项 在土壤药剂处理后,应立即进行喷灌 2~4 h,提高除草效率;对秸秆覆盖的地块,土壤处理时使用上述除草剂的高剂量;单用 38 %莠去津除草的地块,由于该药残效期较长,后茬不宜种植豆类、花生及向日葵等敏感作物。

2.6.4 玉米螟防治方法 最好选用生物防治技术,向田间放赤眼蜂 1~2 次,放蜂量 0.8 万~1.0 万头,放蜂期掌握在成虫产卵始盛期。

## 2.7 施肥技术

免耕或铁茬播种,应将磷、钾肥全部做种肥,将计划施氮的 1/2 于定苗时追施,另 1/2 于 10 展叶追施。

## 2.8 适时收获,保留秸秆

籽粒与穗轴连接处出现黑层时及时收获,收获方法可采用机收粉碎秸秆还田或人工去穗,实行整秆还田。

## 3 生态效益与经济效益

### 3.1 农田倒秆和立秆覆盖效果明显

不同秸秆还田方式,田间秸秆存留量存在明显差异。据北部山区延庆县大榆树和平原区昌平小汤山试点观测,免耕方式秸秆存留量显著高于耕翻处理,其中以立秆覆盖处理秸秆存留量为最高(见表 1)。2003~2004 年冬春季 2 点不同秸秆覆盖处理秸秆残余量的变化是一致的,表明免耕覆盖方式显著影响田间秸秆残留量,尤以整秆秸秆覆盖效果最好。

表 1 不同处理秸秆残余量

秸秆处理	秸秆残余量 kg/hm <sup>2</sup>
翻耕	-
粉碎	4233.6
根茬	1200.0
倒秆	5033.6
立秆	6167.0

### 3.2 免耕秸秆覆盖可有效防治农田土壤风蚀

2003~2004 年冬春季在北部山区试点监测不同秸秆还田方式处理农田土壤风蚀深度变化。监测数据显示,免耕覆盖处理均有良好的防土壤风蚀效果,其中倒

秆和立秆处理防风蚀效果最佳,风蚀深度平均值为 0.2 mm,最大值为 1 mm,远低于翻耕处理最大值 29 mm。立秆和倒秆处理土壤表面秸秆量大,覆盖度高,农田土壤保水性能好,土壤含水量较高,使农田土壤风蚀明显降低。翻耕处理由于地表土壤疏松,农田土壤失水多,土壤含水量低,土壤风蚀最为严重(见表 2)。

表 2 不同处理风蚀深度

覆盖方式	平均值	最大值
翻耕	3.0	29
粉碎	4.2	10
根茬	-0.1	3
倒秆	0.2	1
立秆	0.2	1

在北部山区延庆点应用集沙仪监测风期各处理不同高度沙尘采集量(见图 1),分析不同处理沙尘变化。

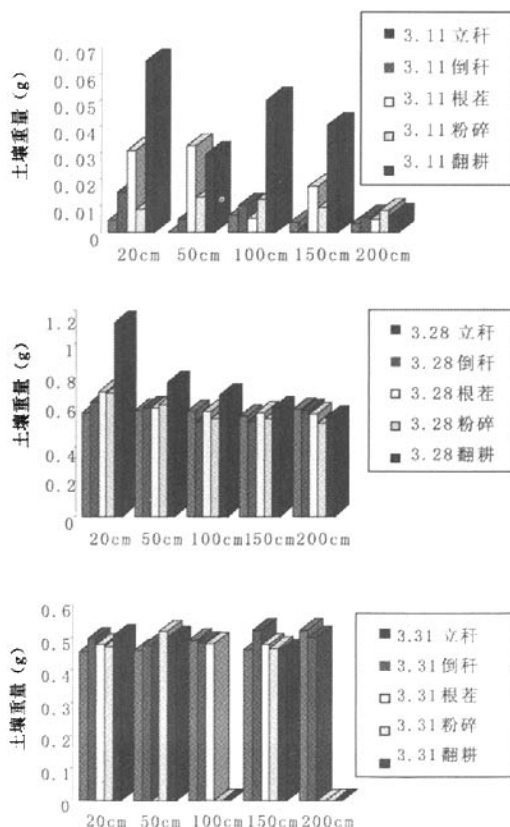


图 1 不同处理风期沙尘采集量

从 2004 年 3 月 11 日、3 月 28 日、3 月 31 日沙尘采集数据看,翻耕沙尘量最多,立秆与倒秆覆盖田沙尘量最小。从不同高度采集量看,20 cm 高度处理间差异大,

栽培技术

随着高度的增加,沙尘量差异减小。

2004 年 2~3 月期间,在平原点对取到的沙样进行了粒径分析(国际制土壤粒径分级),试验数据显示,不同处理沙土净输出量及防风效果存在显著差异。免耕覆盖处理起尘量较翻耕处理显著减少,其中立杆和粉秆覆盖处理沙尘净输出量最少,保土效果最好。在免耕处理中,留根茬处理的效果较差(见表 3)。

表 3 不同处理沙尘净输出量比较

处理	总重	净输出量	比翻耕 (± %)
地外	1. 0976		
翻耕	1. 3104	0. 2128	
留茬	0. 9732	-0. 1244	-158. 4586
倒秆	0. 9197	-0. 1779	-183. 5996
立秆	0. 3848	-0. 7128	-434. 9624
粉秆	0. 1508	-0. 9468	-544. 9248

注:测定时间为 2004 年 2 月 14 日。

进一步分析沙尘监测数据与风速关系显示:风力在 2.7~6.0 m/s 之间,秋翻耕地、整秆覆盖、留茬免耕、绿色覆盖的沙尘量同为零;风力在 6.2~7.6 m/s 时,各处理的

农田均有尘量,但尘量不大,如果整秆覆盖、留茬免耕田地表面遭到破坏(如放牧等),起尘量反而比翻耕田要大,绿色覆盖田沙尘量最小,是农田防风沙最好途径;风力达到 6.6~8.9 m/s 时,各处理田块尘量均有不同程度增加,尤其是秋翻耕地尘量增加量最大;从沙尘采集器不同高度采集盒采集的尘量看,采尘量是随着采集盒高度的增高而不断减少(见表 4)。

表 4 生产示范田不同覆盖方式沙尘监测结果

采集盒 (层)	覆盖方式			
	绿色覆盖	整秆覆盖	留茬免耕	秋翻耕
5	0. 0181	0. 0225	0. 0316	0. 3152
4	0. 0224	0. 0247	0. 0381	0. 5413
3	0. 0304	0. 0328	0. 0405	0. 8605
2	0. 0306	0. 0372	0. 0487	1. 0900
1	0. 0160	0. 0462	0. 0614	5. 3094
平均	0. 0235	0. 0326	0. 0441	1. 6233

3.3 免耕秸秆覆盖有利于农田土壤蓄水保墒

2003 年秋季、2004 年春季各种秸秆覆盖方式处理耕层土壤含水量变化见表 5。由表 5 可见,不同秸秆覆

表 5 不同处理耕层土壤含水量

调查日期 (年-月)	土层深度 (cm)	翻耕 (%)	粉碎 (%)	根茬 (%)	倒秆 (%)	立杆 (%)
2003-10	10	16. 450	21. 170	19. 980	15. 030	23. 240
	20	22. 020	22. 430	24. 120	20. 810	20. 080
	30	19. 870	21. 530	22. 370	19. 330	22. 770
2004-04	10	11. 670	14. 070	16. 270	15. 340	17. 740
	20	16. 050	20. 960	24. 260	22. 730	24. 550
	30	15. 014	17. 840	22. 970	20. 710	25. 350

盖方式对土壤含水量有明显的影响,免耕覆盖处理的土壤含水量均高于翻耕处理,其中立杆处理土壤含水量为最高,立杆处理 10 cm 土层含水量比翻耕高 41 % (2003 年)~52 % (2004 年),20 cm 土层含水量比翻耕高 53 %,30 cm 的高 68 % (2004 年),倒秆、粉碎及根茬处理的效果虽不及立杆处理,但也均优于翻耕处理。

3.4 免耕秸秆覆盖农田土壤温度上升缓慢

不同免耕秸秆覆盖处理农田土壤温度监测数据显示,处理间土壤温度存在显著差异。总体趋势是:早春翻耕田土壤温度高,免耕田土壤温度低;无秸秆覆盖免耕田土壤温度高,有秸秆覆盖田土壤温度低;倒秆覆盖土壤温度高,立杆覆盖土壤温度低(见表 6)。

表 6 平原点不同处理土壤温度调查

测定时间	深度 (cm)	翻耕 (℃)	留茬 (℃)	比翻耕 (± %)	立杆 (℃)	比翻耕 (± %)	倒秆 (℃)	比翻耕 (± %)
2004-03-10	5	7. 78	7. 91	1. 77	8. 06	3. 70	7. 90	1. 61
2004-03-10	10	6. 03	5. 55	-7. 88	5. 41	-10. 17	5. 58	-7. 47
2004-03-10	15	4. 05	4. 68	15. 43	2. 99	-26. 23	4. 08	0. 62
2004-04-15	5	21. 00	21. 50	2. 38	17. 75	-15. 48	20. 25	-3. 57
2004-04-15	10	17. 88	18. 88	5. 59	16. 13	-9. 79	18. 00	0. 70
2004-04-15	15	16. 88	17. 63	4. 44	15. 50	-8. 15	16. 75	-0. 74
2004-05-10	5	23. 13	24. 25	4. 86	19. 00	-17. 84	22. 38	-3. 24
2004-05-10	10	19. 38	20. 00	3. 23	17. 38	-10. 32	19. 75	1. 94
2004-05-10	15	18. 38	18. 25	-0. 68	16. 75	-8. 84	18. 13	-1. 36

3.5 免耕秸秆覆盖田土壤肥力提高,蚯蚓数量增多

据北京市农业技术推广站测定,实施保护性耕作3年后,土壤有机质含量由1.517%提高到1.811%,平均每年增加0.098%。特别是田间蚯蚓数量明显增加,在实施保护性耕作前,耕层0~20 cm土壤蚯蚓数仅2条/m<sup>2</sup>,实施免耕秸秆覆盖2年后,蚯蚓数达到8条/m<sup>2</sup>,3年则达到18条/m<sup>2</sup>,说明免耕秸秆覆盖对提高土壤有机质有良好作用。

3.6 保护性耕作与翻耕的产量和经济效益的比较

2004年,对318.0 hm<sup>2</sup>春玉米保护性耕作生产示范田进行了产量测定,在免耕、翻耕2种耕作方式品种、播期、施肥和密度等主要栽培管理措施相同的条件下,免耕田

平均产量8 005.8 kg/hm<sup>2</sup>,传统翻耕田平均产量8 651.95 kg/hm<sup>2</sup>,减产615.15 kg/hm<sup>2</sup>,减幅7.5%。经显著性差异分析 $t=1.570 < t_{0.05}=2.447$ ,差异不显著。经济效益分析表明,保护性耕作农机费用降低,化学除草费用提高,总生产成本略有提高。示范田平均比翻耕田减效390元/hm<sup>2</sup>,减5.6%。统计分析结果显示 $t=1.000 < t_{0.05}=2.447$ ,差异并未达显著水平(见表7)。2005年通过对393.34 hm<sup>2</sup>示范田测产,免耕产量8 601.0 kg/hm<sup>2</sup>,对照产量8 100.0 kg/hm<sup>2</sup>,增产501.0 kg/hm<sup>2</sup>,增6.2%。统计分析 $t=0.083 < t_{0.05}=2.447$ ,差异不显著。进行经济效益分析,示范田增效334.5元/hm<sup>2</sup>,增7.0%。显著性差异分析 $t=1.501 < t_{0.05}=2.447$ ,差异也不显著(见表7)。

表7 不同耕作方式经济效益比较

年度	耕作方式	示范规模 (667m <sup>2</sup> )	产量 (kg/667m <sup>2</sup> )	生产成本 (元/667m <sup>2</sup> )	产值 (元/667m <sup>2</sup> )	利润 (元/667m <sup>2</sup> )
2004	免耕	318.0	8005.5	4522.5	9607.5	5085.0
	翻耕	333.3	8650.5	4906.5	10381.5	5475.0
	免耕比翻耕土	-	-615.0(7.5%)	-384.0	-774.0	-390.0(5.6%)
2005	免耕	393.3	8601.0	4803.0	10321.5	5518.5
	翻耕	333.3	8100.0	4536.0	9720.0	5184.0
	免耕比翻耕土	-	+501.0(6.2%)	+267.0	+601.5	+334.5(7.0%)

注:玉米销售价格按1.2元/kg计。

4 推广应用本技术需注意的几个问题

4.1 早春土壤升温相对缓慢,玉米播种期应适当推迟

由于保护性耕作技术有大量秸秆覆盖地表,导致早春土壤升温缓慢,特别是立秆、倒秆覆盖的农田,0~10 cm地温较翻耕农田低3~5℃。因此,需通过选用品种的生育期和根据土壤墒情适当推迟春玉米播种期,避免出现种子因地温低不能正常出苗。

4.2 粉碎秸秆还田易造成秸秆堆积,机播前须将堆积的秸秆均匀散开

采取秸秆粉碎还田方法时,粉碎的春玉米秸秆经过

冬、春期长达6个月之久的风吹、雨水冲刷,极易造成秸秆堆积而影响免耕播种机播种,秸秆堆积严重的可导致播种机堵塞,造成缺苗断垄。因此,秸秆粉碎还田的地块须在播前,将堆积的秸秆均匀散开。

参考文献

1 张超,王纪华,赵春江,王人潮.利用多时相遥感影像监测季节性裸露农田.农业工程学报,2005,21(11)  
2 北京市种子管理站.北京地区季节性裸露农田综合治理技术.中国农业推广网,http://www.yeshn.com/nongye/zhishi/2006/7014.html,2003-06-12