

4 种耕作方式对玉米主要农艺性状的影响

阎晓光, 李洪*, 董红芬, 李爱军, 王国梁, 周楠, 杜艳伟 (山西省农业科学院谷子研究所, 山西长治 046001)

摘要 采用通过传统翻耕、免耕、秋季深松和春季深松 4 种耕作方式, 探讨不同耕作方式对春玉米出苗率、叶面积指数、单株干物质积累量、根系干重垂直分布情况和产量及其构成因素的影响。结果显示, 春季深松与免耕影响正常出苗率; 秋季深松能够显著提高叶面积指数与干物质积累量; 2 种深松处理均能提高根总干重与 21~40 cm 土层根的占比; 不同处理产量由高到低依次为秋季深松、传统翻耕、春季深松、免耕。在该试验条件下, 山西晋东南地区采用秋季深松和传统翻耕隔年循环的方式来获得高效生产。

关键词 玉米; 产量; 叶面积指数; 干物质积累; 根系干重垂直分布

中图分类号 S513 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)12-0038-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.12.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of Four Cultivation Methods on the Main Agronomic Characters of Maize

YAN Xiao-guang, LI Hong, DONG Hong-fen et al (Millet Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Changzhi, Shanxi 046001)

Abstract Four cultivation methods of plowing tillage, no-tillage, subsoiling in autumn and subsoiling in spring were adopted to determine the effects of different tillage methods on emergence rate, leaf area index, dry matter accumulation per plant, the vertical distribution of root dry weight, yield and its components of maize. The results showed that subsoiling in spring and no-tillage treatments decreased the emergence percentage of maize; leaf area index and single trunk dry matter accumulation significantly increased with the cultivation methods of subsoiling in autumn; total dry weight of root and the proportions of roots in soil layer 21-40 cm both increased effectively by two subsoiling treatments; yields of different treatments from high to low were in the order of subsoiling in autumn, plowing tillage, subsoiling in spring, no-tillage. Cultivation method of the circulation of subsoiling in autumn and traditional tillage could obtain high efficiency in Southeastern Shanxi under the trial condition.

Key words Maize; Yield; Leaf area index; Dry matter accumulation; Vertical distribution of root dry weight

玉米在我国粮食生产中占有举足轻重的地位, 种植面积逐年稳中有升, 单产与总产也逐年增高^[1-2]。耕作方式作为玉米大田生产中的一项主要技术指标, 对耕地土壤、病虫害、玉米生长发育以及产量状况都有深远的影响^[3-5]。多年来, 根据气候环境和当地农民生产习惯等众多因素, 农民在玉米大田生产方式中已经形成了地域式的基本固定传统的耕作方式, 在山西省春玉米区基本是有传统翻耕和免耕 2 种主要的耕作方式^[6-7]。连年的传统翻耕与免耕操作使得玉米田土壤耕层较浅, 犁底层越来越厚, 土壤蓄水保水能力降低, 也影响到玉米根系向更深的土层下扎吸取水分与营养, 随之而来的是玉米倒伏风险加大, 倒伏直接影响到了玉米全程机械化生产的发展进程^[8-10]。基于上述原因, 近几年山西省农业科研人员与农技推广人员加大了对深松机具的研发与深松耕作技术的推广, 从而解决玉米生产中的问题。笔者选用了传统翻耕、免耕、秋季深松、春季深松 4 种耕作方式, 研究其对春玉米田玉米叶面积指数、干物质积累量以及根系与产量的影响, 以期对山西省春玉米田耕作方式的选择提供理论依据。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况 试验于 2016—2017 年在山西省长子县山西省农业科学院谷子研究所试验基地进行(112.57°E,

36.10°N)。试验地前茬作物为玉米, 土壤属于砂壤土, 肥力水平中等, 试验田间管理措施等同周围农户大田生产措施。

1.2 试验方法 由于是大型机械操作的试验, 所以试验选取了大区设计, 每个处理一个大区, 一个大区占地面积 2 000 m², 共设 4 个大区, 试验总占地面积 8 000 m², 种植密度设定为 60 000 株/hm², 供试品种先玉 335, 具体作业程序见表 1。

表 1 4 种耕作方式的作业程序比较

Table 1 Comparison of the operation procedures of four cultivation methods

序号 Code	耕作方式 Cultivation method	作业程序 Operation procedure
1	传统翻耕(P)	秋季玉米收获后, 用传统犁翻耕, 作业深度 20 cm, 来年春季播前旋耕犁旋 8 cm
2	免耕(N)	秋季玉米收获后不做处理, 来年春季播前旋耕犁浅旋 5 cm
3	秋季深松(S1)	秋季玉米收获后, 用深松机深松, 作业深度 35 cm, 来年春季播前旋耕犁旋 8 cm
4	春季深松(S2)	秋季玉米收获后不做处理, 来年春季播前深松机深松, 作业深度 35 cm, 旋耕犁旋 8 cm

1.3 测定项目

1.3.1 叶面积指数(LAI)。每个大区选择 5 点, 每个点在苗期选取长势一致叶片完好的植株标记 5 株, 分别于苗期、拔节期、抽雄期、灌浆期、成熟期测定叶面积。

叶面积指数(LAI)=单位土地上的叶面积/土地面积

1.3.2 干物质积累量。每个大区选择 5 点, 每点选择 5 株, 挑选长势一致的植株于苗期、拔节期、抽雄期、灌浆期、成熟期取样, 室内用烘干法测定其单株干物质积累量。

基金项目 国家重点研发计划(2017YFD 0101104-1); 国家现代玉米产业技术体系建设专项(nycyt-x-02); 山西省农业科学院生物育种工程项目(17yzgc020)。

作者简介 阎晓光(1984—), 男, 山西原平人, 助理研究员, 硕士, 从事玉米高产栽培研究。* 通信作者, 研究员, 硕士, 从事玉米遗传育种研究。

收稿日期 2019-01-16

1.3.3 根系干重垂直分布。每个大区选取 5 点,每点在 1 行内选择连续 5 株,以 2 行中心为界,挖长方体土样分层取根,取土样深度为 80 cm,每 20 cm 为 1 层,共 4 层土样。土样取出后,放入网袋,带回室内清水冲洗出根系,去掉杂质后置于 80 °C 烘箱中烘至恒重,测定根系干重。

1.3.4 产量。9 月 30 日统一收获取样测产,每个大区选取 5 点,每点测产 20 m²。

1.4 数据处理 用 Excel 2007 软件进行数据计算和绘图,用 DPS 统计分析软件进行数据差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同耕作方式对玉米出苗率的影响 在出苗后 10 d,统一调查了各耕作方式的出苗率,结果显示秋季深松、传统翻耕、免耕、春季深松的出苗率分别为 97.89%、97.56%、95.44%、92.47%,说明春季深松与免耕 2 种方式均能不同程度地影响到玉米的正常出苗。

2.2 不同耕作方式对玉米各生育期叶面积指数的影响 随着玉米整个生育进程的演进,各处理的叶面积指数(LAI)变化规律一致,均表现单峰曲线变化,均在抽雄期达到最高值(图 1)。各处理间在苗期叶面积指数无明显差异,在拔节期和抽雄期各耕作方式的叶面积指数由高到低依次为秋季深松>传统翻耕>免耕>春季深松,在灌浆期开始仍是秋季深松与传统翻耕的叶面积指数高,秋季深松高于传统翻耕,免耕和春季深松无明显差异。叶面积指数能够通过秋季的田间耕作来提高一定比例。

2.3 不同耕作方式对玉米各生育期干物质积累量的影响 由图 2 可知,各处理生育期内单株干物质积累量呈先慢后快的发展规律。在拔节期前,各处理间单株干物质积累量无明显变化规律。拔节期,传统翻耕与 2 个深松处理的单株干物质积累量显著高于免耕处理,传统翻耕处理与 2 个深松处理间差异不明显。从抽雄期开始到成熟期,各处理单株干物质积累量由高到低依次为秋季深松、春季深松、传统翻耕、免耕。

2.4 不同耕作方式对玉米根系干重分布的影响 玉米根系的生长状况一定程度上能够用根干重来反应。从表 2 可以看出,耕作方式显著影响玉米根系的总干重,4 个处理总干重由高到低依次均为秋季深松>春季深松>传统翻耕>免耕,与单株干物质积累量的规律表现一致,且处理间差异均达显著水平。在 0~20 cm 土层,单株根干重占总根重的比例由大到小依次为免耕>传统翻耕>春季深松>秋季深松;在 21~40 cm 土层,单株根干重占总根重的比例由大到小依次为秋季深松>春季深松>免耕>传统翻耕;在 41~60 cm 土层,单株根干重占总根重的比例由大到小依次为秋季深松>春季深松>传统翻耕>免耕;在 61~80 cm 土层,单株根干重占总根重的比例由大到小依次为秋季深松>传统翻耕>春季深松>免耕,玉米根系主要分布在 0~20 和 21~40 cm 土层,深松能显著增加 21~40 cm 土层根的占比,同时 0~20 cm 土层深松处理根的占比显著降低,深松能破坏多年传统耕作形成的犁底层,使根系向深一层土壤下扎吸取水分养分。

2.5 不同耕作方式对玉米产量及其构成因素的影响 从表

3 可以看出,不同处理穗数由高到低依次为秋季深松>传统翻耕>免耕>春季深松,究其原因应与苗期免耕和春季深松处理的低出苗率相关。不同处理穗粒数由高到低依次为秋季深松>传统翻耕>春季深松>免耕,秋季深松和传统翻耕间差异未达显著水平,春季深松与免耕间差异未达显著水平。不同处理千粒重由高到低依次为秋季深松>传统翻耕>春季深松>免耕,传统翻耕与春季深松间差异未达显著水平。不同处理最终产量由高到低依次为秋季深松>传统翻耕>春季深松>免耕,与传统翻耕相比,秋季深松增产率为 6.31%,春季深松减产率为 8.63%,免耕减产率为 10.87%。

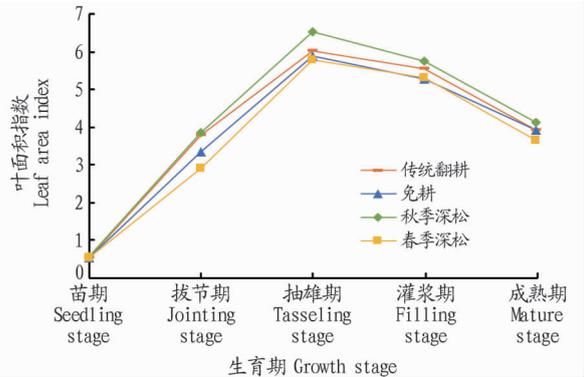


图 1 不同处理各生育期对玉米叶面积指数的影响

Fig.1 Effects of different treatments on leaf area index (LAI) at different growth stages

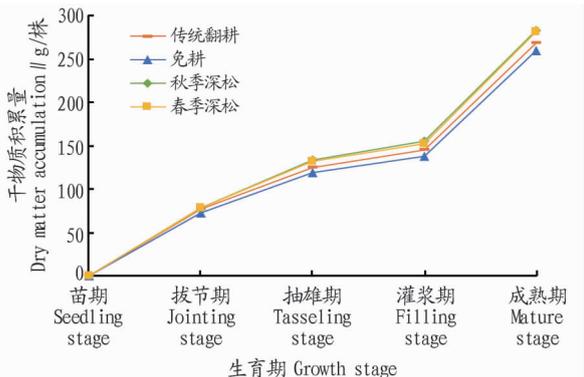


图 2 不同处理各生育期对玉米干物质积累量的影响

Fig.2 Effects of different treatments on dry matter accumulation at different growth stages

3 结论与讨论

每种耕作方式都有自己的优缺点,生产中可选取一种适合周围环境与农田作物的耕作方式来提高作物的生产效率^[11-12]。该试验选取了传统翻耕、免耕、秋季深松、春季深松 4 种耕作方式作为研究基础,在玉米出苗率方面,免耕和春季深松对玉米出苗率有一定程度的影响,春季深松出苗率低可能与春玉米区春季播前少雨多风有关,而春季深松在这个时期动土幅度大、跑墒严重,影响了玉米的正常出苗,免耕的出苗率低是由免耕田间土壤基础条件不均匀导致。不同耕作方式叶面积指数由高到低依次为秋季深松>传统翻耕>免耕>春季深松,说明秋季的田间耕作作业在叶面积指数提高方面优于春季的作业或者免耕,这一点可能与秋季田间作业后

耕层土壤能更好地储存住冬季自然降水,为下一年的作物生长提供水分保障有关。不同处理的单株干物质积累量由高到低依次为秋季深松>春季深松>传统翻耕>免耕,说明深松处理能够提高单株的干物质积累量,原因是深松能够打破犁底层,使得玉米根系能够更多地向深一层土层发展,吸取更

多的养分水分。在玉米根系干重的不同土层分布方面,2个深松处理不仅明显增加单株根系总干重,而且可显著提高21~40 cm土层的根干重占比,说明深松能够壮大根系的生长发育,使根系的生长空间体积更大。不同处理产量由高到低依次为秋季深松>传统翻耕>春季深松>免耕。

表2 不同处理对玉米根系干重垂直分布的影响

Table 2 Effects of different treatments on the vertical distribution of dry root weight

处理编号 Treatment code	0~20 cm 土层 0~20 cm soil layer		21~40 cm 土层 21~40 cm soil layer		41~60 cm 土层 41~60 cm soil layer		61~80 cm 土层 61~80 cm soil layer		总干重 Total dry weight g
	根干重 Root dry weight//g	占总根重比例 Proportion in total root weight//%	根干重 Root dry weight//g	占总根重比例 Proportion in total root weight//%	根干重 Root dry weight//g	占总根重比例 Proportion in total root weight//%	根干重 Root dry weight//g	占总根重比例 Proportion in total root weight//%	
传统翻耕(P) Plowing tillage	18.52 c	81.55	18.26 d	82.81	19.45 b	76.39	19.68 a	78.31	22.71 c
免耕 No-tillage(N)	2.92 c	12.86	2.91 d	13.20	4.32 a	16.97	4.02 b	16.00	22.04 d
秋季深松(S1) Subsoiling in autumn	1.04 a	4.58	1.08 a	3.40	1.28 a	5.03	1.21 a	4.81	25.44 a
春季深松(S2) Subsoiling in spring	0.23 b	1.01	0.13 d	0.59	0.41 a	1.61	0.22 c	0.88	25.11 b

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.5 level

表3 不同处理对玉米产量及其构成因素的影响

Table 3 Effects of different treatments on yield and its component factors of maize

处理编号 Treatment code	穗数 Spikelet number 个/hm ²	千粒重 1 000-kernel weight g	产量 Yield kg/hm ²	比传统翻耕产量增减 Increase or decrease compared with treatment P//%
传统翻耕(P) Plowing tillage	58 236.54 a	348.32 b	10 566.23 b	—
免耕 No-tillage(N)	57 396.25 b	340.59 c	9 417.50 d	-10.87
秋季深松(S1) Subsoiling in autumn	58 628.23 a	355.61 a	11 232.51 a	6.31
春季深松(S2) Subsoiling in spring	56 099.14 c	347.96 b	9 654.12 c	-8.63

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.5 level

深松能够打破土壤犁底层,增加土壤通透性,提高土壤蓄水能力,使得玉米根系向更深土层生长。该试验结果显示,山西省春玉米区秋季深松显著优于春季深松,主要原因是春季干旱多风,深松后土壤墒情得不到保障,出苗率偏低。免耕虽然在投入成本方面有很大优势,但是在生产中体现不出高效率。传统翻耕由于耕作层不够深,所以效果还是没有秋季深松明显。结合山西省春玉米区的气候条件和生产习惯,推荐秋季深松—传统翻耕隔年循环,这样既能改良土壤结构,又能获得高效的生产效果。

参考文献

- [1] 王美霞,赵怀生,李海燕,等.山西玉米产业现状与发展思考[J].山西农业科学,2013,41(3):301-303.
- [2] 赵培芳,李玉萍,姚晓磊.山西省玉米生产现状与发展问题探讨[J].山西农业科学,2015,43(8):1031-1034.
- [3] 王小彬,蔡典雄,金轲,等.旱坡地麦田夏闲期耕作措施对土壤水分有效

性的影响[J].中国农业科学,2003,36(9):1044-1049.

- [4] 刘水.不同耕作方式对农田夏玉米土壤微生物的影响[J].安徽农业科学,2018,46(34):91-93,110.
- [5] 胡恒宇,李增嘉,宁堂原,等.深松和尿素类型对不同玉米品种水分利用效率的影响[J].中国农业科学,2011,44(9):1963-1972.
- [6] 郁鑫,王旭东.黄土高原不同耕作方式对土壤理化性质及作物产量的影响[J].安徽农业科学,2018,46(5):144-146,156.
- [7] 梁金凤,齐庆振,贾小红,等.不同耕作方式对土壤性质与玉米生长的影响研究[J].生态环境学报,2010,19(4):945-950.
- [8] 乔云发,苗淑杰,陆欣春,等.耕作方式和有机肥对风沙土区玉米产量的影响[J].安徽农业科学,2018,46(4):124-127.
- [9] 吕巨智,闫飞燕,程伟东,等.不同耕作方式对土壤理化性状及玉米产量的影响[J].江苏农业科学,2015,43(11):118-121.
- [10] 赵建栋,乔治军,陈凌,等.不同耕作方式对糜子产量及水分利用效率的影响[J].安徽农业科学,2017,45(24):21-22,25.
- [11] 梁熠,何文寿,代晓华,等.株行配置对春玉米根冠空间分布及产量的影响[J].玉米科学,2016,24(6):97-102.
- [12] 史丽娟,白文斌,李光,等.不同耕作模式对山西旱塬区高粱产量和水分利用效率的影响[J].农学学报,2018,8(12):1-5.

(上接第 37 页)

- [7] 乔祥梅,程加省,王志伟,等.氮肥施用量对高产型小麦品种“云麦 53”产量及农艺性状的影响[J].云南农业大学学报,2015,30(1):96-100.
- [8] 程加省,于亚雄,王志伟,等.云麦 53 产量构成因素及其相关性和通径分析[J].农业科技通讯,2013(11):81-83.
- [9] 朱新开,郭文善,李春燕,等.小麦株高及其构成指数与产量及品质的相关性[J].麦类作物学报,2009,29(6):1034-1038.
- [10] 张彬,李金秀,王震,等.小麦主要农艺性状的相关性及聚类分析[J].作物杂志,2018(3):57-60.

- [11] 胡银星,于亚雄,程耿,等.小麦新品种“云麦 56”的选育及高产栽培技术[J].云南农业科技,2011(1):61.
- [12] 孟自力,闫向泉,朱倩,等.小麦品种引选适应性分析[J].现代农业科技,2018(9):54,59.
- [13] 黄锦,乔祥梅,程加省,等.小麦新品种云麦 68 丰产稳产性及产量构成因素的分析[J].安徽农业科学,2013,41(28):11295-11296,11303.
- [14] 杨素梅,杨俊华,唐李军.优质强筋小麦新品种“云麦 57”栽培技术[J].云南农业科技,2013(5):58-59.
- [15] 乔祥梅,黄锦,程加省,等.小麦新品种云麦 69 丰产稳产性分析及应用前景[J].大麦与谷类科学,2015(2):24-27.