



宋勇,王宇先,赵蕾,等.免耕种植对玉米生长发育及产量效益的影响[J].黑龙江农业科学,2021(9):15-18,19.

# 免耕种植对玉米生长发育及产量效益的影响

宋勇<sup>1</sup>,王宇先<sup>2</sup>,赵蕾<sup>2</sup>,徐妍<sup>2</sup>,王冰雪<sup>2</sup>,高盼<sup>2</sup>,徐莹莹<sup>2</sup>,杨慧莹<sup>2</sup>

(1.北京联创种业有限公司,北京 100081;2.黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

**摘要:**为探索适应气候变化的免耕播种技术,以玉米品种嫩单 19 为试验材料,在黑龙江省西部半干旱地区设置 4 个耕作处理,即旋耕垄作秸秆移出、翻耕秸秆全量还田、免耕平作秸秆移出和免耕秸秆覆盖还田处理,采用大区对比试验,对不同耕作方式的特征及玉米生长发育和产量效益进行对比分析。结果表明:免耕播种处理下玉米的物候期、出苗率、干物质重、百粒重、产量等指标均低于旋耕和翻耕处理,但免耕播种技术能够减少作业环节,降低机械成本投入,提高经济效益,是一项节本增效的保护性耕作技术,适合在黑龙江省西部半干旱地区推广应用。

**关键词:**免耕;玉米;秸秆还田;产量

黑龙江省西部半干旱地区作为黑龙江省大型商品粮和油料作物生产基地,耕地面积和农作物种植面积大,为保障国家粮食安全提供重要保障。在全球气候变化及环境演变等自然因素以及人类活动干扰的共同作用下,生态环境不断恶化,耕层变薄、有机质含量减少,风蚀水蚀加剧、秸秆焚烧和离田致使有机物料投入不足与大量使用化肥的重用轻养生产方式等导致耕地退化问题日益突出;成为制约农田高产稳产及耕地可持续利用的关键症结<sup>[1-2]</sup>。免耕是一种不翻动表土的耕作措施,在土壤表面留下足以保护土壤的作物残茬的耕作方式。免耕播种技术可以有效减少地表土壤松动和土壤中水分、营养成分的流失,在保持水土方面起到了重要的作用<sup>[3]</sup>。本试验针对黑龙江省西部半干旱地区土壤肥力下降,作物减产的问题,开展寒地不同耕作模式的比较研究,充分利用保护性耕作与秸秆还田技术的推行,改善土壤结构、增加土壤肥力的优势。探索适应气候变化的免耕播种技术途径,为玉米适应气候变化栽培技术创新提供依据和途径。对于黑龙江省西部半干旱地区的土壤保护与培肥,优质高效农业的持续发展具有重大的意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2020 年在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院科研试验基地进行,属于黑龙江省西部半干旱地区,气候类型为温带大陆性季风气候,土壤类型为碳酸盐黑钙土。

### 1.2 材料

试验玉米品种为嫩单 19,种植密度为 6.75 万株·hm<sup>-2</sup>。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验设 4 个处理,分别为旋耕垄作秸秆移出处理、翻耕秸秆全量还田处理、免耕平作秸秆移出处理、免耕秸秆覆盖还田处理。采用大区对比,每个处理面积 6 667 m<sup>2</sup>,不设重复,播种日期、施肥水平、除草剂施用及田间管理各处理保持一致。

1.3.2 调查项目及方法 调查记载播种期、出苗期、5 叶期、拔节期、抽雄期、散粉期、吐丝期、成熟期等物候期;苗齐后测量出苗密度和田间出苗率;在玉米成熟期,每区按照含水量 14% 计算产量。每个处理采 3 个点,每个点 10 m<sup>2</sup>,计算穗粒重、穗长、穗粗、穗行数、行粒数等性状指标。

1.3.3 数据分析 采用 Excel 2010 软件处理数据和作图,DPS 8.01 统计软件进行方差分析和多重比较分析(LSD 法)。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同耕作方式对玉米物候期的影响

由表 1 可知,各处理在物候期调查中,播期一

收稿日期:2021-06-20

基金项目:黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX13);黑龙江省省属科研院所科研业务费项目(CZKYF2020C003)。

第一作者:宋勇(1981—),男,学士,助理研究员,从事玉米育种与栽培工作。E-mail:songyong1981@163.com。

通信作者:王宇先(1982—),男,硕士,副研究员,从事旱作农业技术研究。E-mail:wuyx13836209470@163.com。

致的条件下,免耕秸秆移出和免耕秸秆覆盖处理的出苗日期较旋耕秸秆移出处理与翻耕秸秆还田处理的出苗日期晚 1~2 d,旋耕秸秆移出处理和翻埋秸秆还田处理能促进玉米种子生长;在营养生长阶段(出苗~抽雄期)比旋耕秸秆移出处理和翻埋秸秆还田处理比免耕秸秆移出和免耕秸秆覆盖处理提前 1~3 d,免耕处理的物候期相对延后;在生殖生长阶段(抽雄~成熟期)免耕处理比旋耕

和翻耕处理生育进程延后 1~2 d,成熟期处理相差 1 d。旋耕处理与翻耕处理的物候期相一致,免耕秸秆移出的生育进程比免耕秸秆覆盖处理提前 1~2 d。旋耕和翻耕等耕整地作业方式与免耕处理相比,能促进玉米生长发育,表现为生育进程提前,在营养生长阶段表现明显,但在生殖生长阶段的生育进程逐渐差距减少,在成熟期基本一致。

表 1 不同耕作方式下玉米的物候期变化 单位:月-日

处理	播种期	出苗期	5 叶期	拔节期	抽雄期	散粉期	吐丝期	成熟期
旋耕秸秆移出	04-25	05-11	06-08	06-20	07-02	07-17	07-20	09-24
翻耕秸秆还田	04-25	05-12	06-08	06-20	07-02	07-17	07-20	09-24
免耕秸秆移出	04-25	05-13	06-11	06-23	07-03	07-18	07-22	09-25
免耕秸秆覆盖	04-25	05-14	06-12	06-25	07-04	07-19	07-22	09-25

2.2 不同耕作方式对玉米出苗率的影响

由表 2 可知,在 6.76 万株·hm<sup>-2</sup> 的播种密度下,旋耕秸秆移出处理的出苗率最高,达到 93.97%,翻耕秸秆还田处理的出苗率为 92.38%,免耕秸秆移出和免耕覆盖处理的田间出苗率分别为 92.06%和 87.94%。田间出苗率对比为旋耕秸秆移出处理>翻耕秸秆还田处理>免耕秸秆移出处理>免耕秸秆覆盖处理,旋耕秸秆移出与翻耕秸秆还田、免耕秸秆移出处理田间出苗率差异不显著,但显著高于免耕秸秆覆盖处理。旋耕和翻耕处理的田间出苗率高于免耕处理,说明耕整地作业有利于种子萌发出苗,提高田间出苗率。秸秆移出处理的田间出苗率高于秸秆还田处理,说明秸秆还田会降低出苗密度,导致田间出苗率降低,影响玉米出苗。

表 2 不同耕作方式下的玉米出苗率

处理	播种密度/ (株·6.5 m <sup>-2</sup> )	出苗密度/ (株·6.5 m <sup>-2</sup> )	田间出苗率/%
旋耕秸秆移出	44	42.29±0.88 a	93.97±1.03 a
翻耕秸秆还田	44	41.57±0.90 ab	92.38±2.05 ab
免耕秸秆移出	44	41.43±0.73 ab	92.06±1.62 ab
免耕秸秆覆盖	44	39.57±0.49 b	87.94±1.10 b

注:不同小写字母代表差异显著(P<0.05),下同。

2.3 不同耕作方式对玉米干物质的影响

由图 1 可知,在拔节期旋耕秸秆移出、翻耕秸秆还田、免耕秸秆移出处理差异不显著,但显著高于免耕覆盖还田处理;在吐丝期旋耕秸秆移出与翻耕秸秆还田处理差异不显著,免耕秸秆移出与免耕覆盖还田处理差异不显著,但旋耕秸秆移出

和翻耕秸秆还田处理显著高于免耕秸秆移出和免耕覆盖还田处理;在成熟期各处理间的单株干物质重差异不显著,但旋耕秸秆移出和翻耕秸秆还田处理均高于免耕秸秆移出和免耕覆盖还田处理。

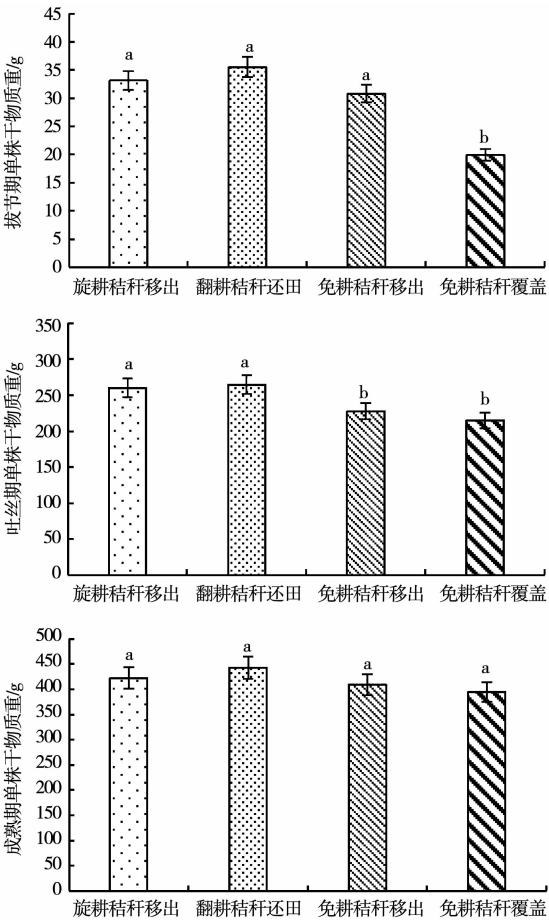


图 1 不同生育时期各耕作处理下单株干物质重比较

2.4 不同耕作方式对产量及构成指标的影响

由表 3 可知,各处理在穗长、穗粗、穗行数、行粒数指标差异不显著,但免耕秸秆覆盖还田处理在百粒重、含水量指标与其他处理差异显著,翻耕秸秆还田指标的出籽率显著高于其他处理。

由图 2 可知,各处理间产量结果排序为翻耕秸秆还田处理>旋耕秸秆移出处理>免耕秸秆移出处理>免耕秸秆覆盖处理,翻耕秸秆还田处理显著高于其他耕作处理,比旋耕秸秆移出处理增

产 6.54%,免耕秸秆移出处理产量比旋耕秸秆移出处理减产 3.28%,但差异不显著,免耕秸秆覆盖还田处理产量显著低于其他处理,比旋耕秸秆移出处理减产 9.18%。在本年度气候类型条件下,翻耕秸秆还田和旋耕秸秆移出处理产量均高于免耕处理,说明耕整地处理的产量高于免耕处理,免耕秸秆移出处理产量高于免耕秸秆覆盖处理,说明免耕条件下秸秆移出更有利于产量的提高。

表 3 不同耕作处理下玉米产量性状指标分析

处理	穗长/cm	穗粗/cm	穗行数	行粒数	百粒重/g	含水量/%	出籽率/%
旋耕秸秆移出	19.7 a	5.0 a	14.7 a	38.7 a	23.67 a	24.0 b	79.6 b
翻耕秸秆还田	19.2 a	5.1 a	16.0 a	39.0 a	23.15 a	23.3 b	83.3 a
免耕秸秆移出	18.9 a	5.0 a	15.3 a	38.0 a	23.39 a	25.3 b	81.4 b
免耕秸秆覆盖	20.1 a	5.0 a	15.3 a	41.3 a	22.62 b	27.6 a	80.5 b

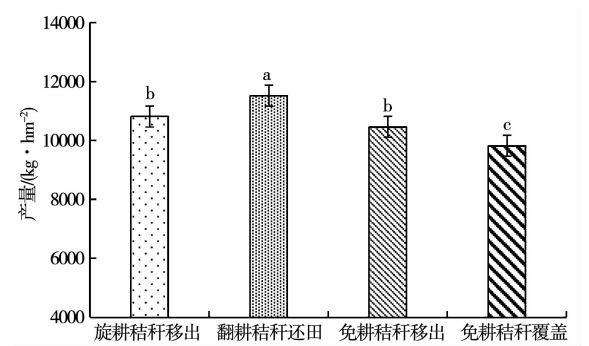


图 2 不同耕作方式下玉米产量对比

2.5 不同耕作方式对经济效益的影响

由表 4 可知,按照机耕费的大小排序为旋耕秸秆移出处理>翻耕秸秆还田处理>免耕秸秆移出处理>免耕秸秆覆盖处理。旋耕秸秆移出处理、翻耕秸秆还田处理需要进行耕整地作业和秸秆移出,导致机耕费用增加;翻耕秸秆还田处理、免耕秸秆覆盖处理进行了秸秆粉碎,能够加速秸秆腐解,同时也导致机耕费增加;免耕秸秆移出处理、免耕秸秆覆盖处理不进行耕整地,因此机耕费用相对较低。

表 4 不同处理机耕费对比

单位:元·hm<sup>-2</sup>

处理	秸秆移出	秸秆粉碎	旋耕/翻耕	播种/施肥	喷灌	打药	中耕	收获	总计	节省费用
旋耕秸秆移出	750	-	525	375	600	150	375	750	3525	-
翻耕秸秆还田	-	375	750	375	600	150	375	750	3375	150
免耕秸秆移出	750	-	-	375	600	150	375	750	3000	525
免耕秸秆覆盖	-	375	-	375	600	150	375	750	2625	900

对各处理进行投入产出对比分析,如表 5 所示,各处理的成本投入费用除机耕费用外,其他费用一致,所以投入费用的变化即为各处理的成本投入变化。各处理成本由高到低的顺序为旋耕秸秆移出处理>翻耕秸秆还田处理>免耕秸秆移出处理>免耕秸秆覆盖处理。产出为各处理产量与销售价格的乘积,销售价格按照标准水产量 1.6 元·kg<sup>-1</sup> 计算,各处理总收入由高到低的顺序为翻耕秸秆还田处理>旋耕秸秆移出处理>免耕

秸秆移出处理>免耕秸秆覆盖处理,纯效益排序为翻耕秸秆还田处理>免耕秸秆移出处理>免耕秸秆覆盖处理>旋耕秸秆移出处理。免耕模式比旋耕垄作秸秆移出处理均增收 2% 以上,翻耕秸秆还田模式比旋耕垄作秸秆移出处理增收 14% 以上。在 2020 年降雨充沛的气候类型下,半干旱地区免耕模式的经济效益不如翻耕秸秆还田处理,但要高于旋耕垄作处理,主要原因在于秸秆移出处理的机耕费用导致成本上升所致。

表 5 不同耕作处理的投入产出比较

单位:元·hm<sup>-2</sup>

处理	成本投入						产出			纯收益	增收	增收幅度/%
	种子	化肥	农药	机耕费	其他	合计	产量	价格	收入			
旋耕秸秆移出	750	1950	225	3525	150	6600	12994	1.6	20790	14190	-	-
翻耕秸秆还田	750	1950	225	3375	150	6450	14162	1.6	22659	16209	2019	14.23
免耕秸秆移出	750	1950	225	3000	150	6075	12889	1.6	20622	14547	357	2.52
免耕秸秆覆盖	750	1950	225	2625	150	5700	12631	1.6	20210	14510	320	2.25

注:未计算人工及部分额外费用。

3 讨论与结论

土壤作为农作物赖以生存的环境,为农作物生长提供适宜的水肥气热条件,是农业生产关注的重点<sup>[4]</sup>。长期的机械化耕整地作业除去了土壤中的残渣和杂草,获得适宜生长的环境,提高了劳动生产效率,但同时也破坏了土壤的团聚体结构和土壤生物多样性,导致土壤肥力的退化和生态环境的恶化<sup>[5]</sup>。免耕与秸秆还田被认为是减少人工投入,提高土壤肥力,改善空气质量的先进耕作技术<sup>[6-7]</sup>。通过耕整地作业的方式能够改变土壤耕层结构,但对土壤有机质的提升较为有限,秸秆还田可以改善土壤结构,提高土壤团粒体结构,降低耕层土壤的容重调节三相比,提高孔隙度<sup>[8-9]</sup>。免耕对土壤扰动最少,秸秆覆盖降低地表裸露面积,抑制水分蒸发,减少风蚀和水蚀。同时免耕模式能减少机械作业次数,降低成本投入,适宜大面积机械化种植<sup>[10]</sup>。黑龙江省西部半干旱地区,由于其独特的气候类型,导致春季干旱少雨,土壤耕层水分蒸发量大,风蚀现象严重。免耕不扰动耕层土壤,可以减少水分散失,适合在干旱半干旱类型区域应用。

本试验结果表明,在黑龙江省西部半干旱地区应用免耕播种技术,在物候期、出苗率、干物质重、百粒重、产量等指标均低于旋耕和翻耕处理,这与李瑞平等<sup>[11]</sup>的研究相一致,但免耕播种技术

能够减少作业环节,降低机械成本投入,提高经济效益,从整体看是一项是节本增效的保护性耕作技术,适宜在干旱半干旱地区推广应用。

参考文献:

[1] 贾彦宙,张国贞,王俊英,等. 土壤保护性耕作技术应用研究[J]. 内蒙古农业科技,2002(6):12-13.

[2] 蔡红光,梁尧,刘慧涛,等. 东北地区玉米秸秆全量深翻还田耕种技术研究[J]. 玉米科学,2019,27(5):123-129.

[3] 徐莹莹,王俊河,刘玉涛,等. 秸秆不同还田方式对土壤物理性状玉米产量的影响[J]. 玉米科学,2018,26(5):78-84.

[4] 董智. 秸秆覆盖免耕对土壤有机质转化积累及玉米生长的影响[D]. 沈阳: 沈阳农业大学,2013.

[5] 隋鹏祥,张文可,梅楠,等. 不同秸秆还田方式对春玉米产量、水分利用和根系生长的影响[J]. 水土保持学报,2018,32(4):255-261.

[6] 梁尧,蔡红光,闫孝贡,等. 玉米秸秆不同还田方式对黑土肥力特征的影响[J]. 玉米科学,2016,24(6):107-113.

[7] 吴才武,夏建新. 保护性耕作的水土保持机理及其在东北黑土区的推广建议[J]. 浙江农业学报,2015,27(2):254-260.

[8] 李景,吴会军,武雪萍,等. 长期免耕和深松提高了土壤团聚体颗粒态有机碳及全氮含量[J]. 中国农业科学,2021,54(2):334-344.

[9] 吴才武,夏建新. 保护性耕作的水土保持机理及其在东北黑土区的推广建议[J]. 浙江农业学报,2015,27(2):254-260.

[10] 雷金银,吴发启,王健,等. 保护性耕作对土壤物理特性及玉米产量的影响[J]. 农业工程学报,2008,24(10):40-45.

[11] 李瑞平,罗洋,郑洪兵,等. 吉林省中部玉米秸秆还田方式对出苗及苗期生长发育的影响[J]. 农业与技术,2020,40(18):6-8.

Effects of No-tillage Planting on Maize Growth and Yield Benefit

SONG Yong<sup>1</sup>, WANG Yu-xian<sup>2</sup>, ZHAO Lei<sup>2</sup>, XU Yan<sup>2</sup>, WANG Bing-xue<sup>2</sup>, GAO Pan<sup>2</sup>, XU Ying-ying<sup>2</sup>, YANG Hui-ying<sup>2</sup>

(1. Beijing Lianchuang Seed Industry Limited Company, Beijing 100081, China; 2. Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)



刘浩,刘念析,厉志,等.大豆种子萌发初期吸水规律及发芽特性研究[J].黑龙江农业科学,2021(9):19-23.

# 大豆种子萌发初期吸水规律及发芽特性研究

刘浩,刘念析,厉志,刘佳,王博,衣志刚,董志敏

(吉林省农业科学院大豆研究所/大豆国家工程研究中心,吉林 长春 130033)

**摘要:**为筛选抗逆性较强的高活力大豆品种,本试验在3种温度(6,12和22℃)条件下,以4种不同粒重的大豆品种为材料,对种子萌发初期的吸水量、吸水速率、发芽率及发芽指数等指标进行测定。结果表明:4个不同品种在不同温度处理条件下吸水量的增长趋势都是先快后慢,但不同温度对种子的吸水量大小表现存在差异,且与种子的粒重相关性不大;3种温度条件下吸水速率变化趋势与粒重均呈正相关,表现为绥农53>辽豆32>吉育401>小粒豆;不论何种温度处理,4个品种的发芽率和发芽指数表现基本一致,由高到低依次为吉育401>小粒豆>辽豆32>绥农53,粒重较轻的种子发芽表现较好,较重的种子发芽较差。

**关键词:**大豆;温度;吸水性;发芽

大豆(*Glycine max*)是我国乃至世界范围内重要的油料及高蛋白兼用作物,同时在饲料加工行业也占据着举足轻重的地位<sup>[1]</sup>。大豆是喜温短日照作物,对温度、光照等条件反应较为敏感,影响大豆的生长发育,从而最终影响大豆籽粒的产量及品质<sup>[2]</sup>。在我国东北大豆主产区,每到春播时节,温度变化极为显著,尤其近些年来,低温天气频频出现,受温度影响,常导致种子活力低,田间出苗率差的情况发生<sup>[3]</sup>。

种子萌发期是大豆整个生育期当中至关重要的生长阶段<sup>[4]</sup>,此时期如遭遇低温胁迫,会造成土壤微生物大量繁殖,种子浸种产生损伤,轻则延缓大豆种子发芽速度,发芽率降低,重则造成种子腐烂死亡,导致大面积缺苗断垄,给大豆生产造成重

大的经济损失<sup>[5]</sup>。因此,分析不同温度条件下不同类型大豆种子萌发期的吸水规律及发芽特性对高活力种质的创制、规范化生产及开发具有重要的理论意义。

本研究以4个不同来源的大豆品种为试验材料,根据每年东北地区春播时期的气候条件,设置3种不同的温度处理(6,12和22℃)进行种子萌发阶段吸水试验,并记录发芽率,计算发芽指数,初步探究不同温度对大豆种子的吸水变化规律和对种子发芽的影响,旨在为高活力大豆选种、节本增效、提高大豆产量提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试的4个大豆品种由吉林省农业科学院大豆研究所提供,包括吉育401、绥农53、小粒豆和辽豆32,大豆品种的相关农艺性状详见表1。供试种子于2020年秋季收获于吉林省农业科学院公主岭实验基地,晒干脱粒后置于40℃烘箱烘干至恒重。选取籽粒大小一致、饱满且表皮无破损的大豆种子待用。

收稿日期:2021-05-31

基金项目:农业部技术试验示范项目(0411510);吉林省科技发展规划(20200201136JC);吉林省农业科技创新工程(C02100412)。

第一作者:刘浩(1977—),男,硕士,助理研究员,从事大豆遗传育种及栽培研究。E-mail:jlsnky@163.com。

通信作者:董志敏(1978—),女,博士,研究员,从事大豆遗传育种研究。E-mail:dongzhimin2005@126.com。

**Abstract:** In order to explore the no tillage sowing technology adapting to climate change, maize variety Nendan 19 was used as experimental material, set up 4 tillage treatments in the semi-arid area of western Heilongjiang Province, that is, rotary tillage ridge tillage straw removal, tillage straw return to the field, no tillage flat tillage straw removal and no tillage straw mulch return to the field. Large area comparative test was adopted, the characteristics of different tillage methods and the growth, development and yield benefits of maize were compared and analyzed. The results showed that the phenological period, seedling emergence rate, dry matter weight, water content, 100 grain weight and yield of no tillage sowing technology were lower than those of rotary tillage and tillage. However, no tillage sowing technology could reduce the operation links, decrease machinery cost investment and improve economic benefits. It is a cost-effective conservation tillage technology, which is suitable for popularization and application in the semi-arid area of western Heilongjiang Province.

**Keywords:** no tillage; maize; straw returning; yield