



徐莹莹,王宇先,刘玉涛,等. 黑龙江省不同生态区秸秆还田模式对土壤指标及玉米生长的影响[J]. 黑龙江农业科学,2022(4):1-7.

黑龙江省不同生态区秸秆还田模式对土壤指标及玉米生长的影响

徐莹莹,王宇先,刘玉涛,杨慧莹,高盼,王晨,谭可菲,徐婷
(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:为改善土壤耕层结构,促进作物生长及农业可持续发展,针对黑龙江省不同种植生态区特点,选用不同秸秆全量还田耕作模式,对不同模式下的土壤含水率、温度和玉米生长及产量等指标进行分析。结果表明:秸秆还田对土壤增温或降温的双重效应受不同生态区和生育时期的影响。湿润区,与不还田(CK)相比,秸秆翻埋还田下的土壤含水率增加,但未达到显著差异水平,对植株生长指标的影响主要体现在苗期和拔节期,最终产量较CK增加4.2%。半湿润区,各时期土壤含水率均表现为秸秆覆盖还田最高,与CK相比,秸秆碎混还田、秸秆翻埋还田和秸秆覆盖还田产量分别提高4.7%、4.2%和0.6%。半干旱区,秸秆覆盖还田和两免一松还田对土壤搅动小,土壤含水率相对较高。整个生育期,两免一松的地上部干重始终大于其他处理。产量表现为两免一松还田>秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>秸秆覆盖还田>CK,分别较CK增产8.1%、7.7%、7.2%和1.8%。综上所述,湿润区翻埋还田利于增产,半湿润区和半干旱区分别采取碎混和两免一松还田增产效果更佳。

关键词:种植生态区;秸秆全量还田模式;土壤含水率;玉米产量

黑龙江省是我国玉米主产区,在国家粮食安全保障战略中占有重要地位。由于玉米种植面积大,产生的秸秆也极其丰富,如何有效处理大量玉米秸秆成为亟待解决的问题^[1]。秸秆还田已经得到越来越广泛的关注,研究表明,秸秆还田后能够有效改良土壤质构,促进作物生长发育^[2-5]。因此采取适宜的秸秆还田耕作模式对保障粮食和生态安全,实现资源循环利用具有重要意义。目前黑龙江省多地区已经逐步加大秸秆还田力度,但由于区域针对性不强,农艺技术细节不到位等问题,导致秸秆还田效果不理想,影响玉米产量。

鉴于以上问题,本研究将基于不同生态区特点,因地制宜地选用玉米秸秆还田高效耕作模式,以达到改善土壤耕层结构,增加土壤蓄水保墒能力,促进作物生长的效果,以期为保障粮食安全和农业可持续发展提供科技支撑。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

本试验于2021年在黑龙江省3个不同气候

类型试验区进行,东部湿润区设在黑龙江省农业科学院佳木斯分院试验基地,中部半湿润区设在黑龙江省农业科学院国家现代农业科技示范展示基地,西部半干旱区设在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院试验基地。试验区概况详见表1。

表1 试验区概况

试验区类型	所在地	地理位置	土壤类型
东部湿润区	佳木斯	46°49'N,130°20'E	草甸土
中部半湿润区	哈尔滨	45°72'N,125°68'E	黑钙土
西部半干旱区	齐齐哈尔	47°15'N,123°40'E	黑钙土

1.2 材料

供试玉米品种,东部湿润区为金博士825,中部半湿润区为京农科728,西部半干旱区为嫩单19。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 东部湿润区:试验以翻耕+秸秆不还田作对照,设置秸秆翻埋还田处理(玉米机械收获抛撒秸秆→液压翻转犁翻埋秸秆还田、重耙→翌年免耕播种),采用大区对比,不设重复。春季种肥同播,控释尿素287 kg·hm⁻²,过磷酸钙128 kg·hm⁻²,硫酸钾72 kg·hm⁻²作为底肥一次性施入。播种密度6.75万株·hm⁻²,3~5叶期化学除草;完熟期收获前测产。

中部半湿润区:试验以农民传统习惯耕作方式为对照(CK),设置秸秆覆盖还田、秸秆翻埋还

收稿日期:2021-12-24

基金项目:黑龙江省省属科研院所科研业务费项目(CZKYF2020C003);黑龙江省科技计划省院科技合作项目(YS20B09);齐齐哈尔市科技计划创新激励项目(CNYGG2021024,CNYGG2021026)。

第一作者:徐莹莹(1989—),女,硕士,助理研究员,从事作物耕作栽培及农业微生物研究。E-mail:ghdetongzhuo@163.com。

田和秸秆碎混还田处理。秸秆覆盖还田:机收,秸秆原茬覆盖过冬,第二年春季还田机二次作业,免耕播种机错茬/破茬精量播种,苗期进行隔年深松,深度在 20 cm 以上。秸秆翻埋还田:机收,还田机二次粉碎作业,210 马力拖拉机带液压翻转犁进行翻埋还田,翻埋深度 25 cm 以上,液压耙 30°角交叉重耙 2 遍,耙深 15~17 cm,起 65 cm 均匀垄并镇压 1 遍。秸秆碎混还田:机收,还田机二次粉碎作业,210 马力以上拖拉机带联合整地机进行碎混还田,秸秆混拌于 0~20 cm 耕层内,液压耙 30°角交叉重耙 2 遍以上,秸秆地表覆盖度 30%,65 cm 行距平作。每个处理 0.17 hm²,不设重复。春季种肥同播,茂施控释掺混肥(N-P₂O₅-K₂O=29-13-10)作为底肥一次性机械深施 12~15 cm,施用量 600 kg·hm⁻²。播种密度6.75 万株·hm⁻²;3~5 叶期化学除草;完熟期收获前测产。

西部半干旱区:试验以旋耕+秸秆不还田(玉米机械化收获秸秆移除→翌年春季播种前旋耕灭茬)作对照(CK);共设置 4 种秸秆还田处理,分别为秸秆覆盖还田+苗期深松(玉米机械化收获抛撒秸秆→翌年春季播种前秸秆二次粉碎→免耕播种→5 叶期深松)、秸秆碎混还田(玉米机械化收获抛撒秸秆→秸秆二次粉碎→松、耙秸秆碎混还田→翌年免耕播种)、秸秆翻埋还田(玉米机械化收获抛撒秸秆→液压翻转犁翻埋秸秆还田、重耙→翌年免耕播种)、两免一松秸秆还田(以三年为一个周期,第一年和第二年作业方式同秸秆覆盖还田+苗期深松,第三年作业方式同秸秆碎混还田),采用大区对比,每个处理 0.33 hm²,秸秆还田量为 9 000 kg·hm⁻²。春季种肥同播,金正大控释肥(氮 14%、磷 22%、钾 14%)作为底肥一次性施入,施肥量为 750 kg·hm⁻²。密度 7.5 万株·hm⁻²;3~5 叶期化学除草;完熟期收获前测产。

1.3.2 测定项目及方法 (1)降水量监测:气象观测站监测玉米生育期降水量。(2)土壤含水率和温度测定:采用土壤、温湿度测定仪测定不同时期土壤的含水率和温度。(3)出苗率调查:苗期(半湿润区)不同处理随机选取 5 垄为调查区域,调查出苗株数,计算出苗率。(4)植株指标调查:每个处理取 3 株植株,于关键生育期测定株高、地上部鲜重(湿润区)和地上部干重。(5)产量测定:每个处理取 3 个收获点,收取全部果穗,脱粒测产,并折合成 14%标准水分产量。

1.3.3 数据分析 采用 Excel 2003 对数据进行整理,SPSS 19.0 进行统计学分析。

2 结果与分析

2.1 试验区降水量

由表 2 可知,佳木斯试验区各月份降水量较为平均,最大降水量出现在 8 月,总降水量低于往年水平。哈尔滨试验区各月降水量丰富,最大降水量出现在 7 月。齐齐哈尔试验区 5 月份降水量低于其他月份,最大降水量出现在 7 月,达到 260.7 mm,总降水量为 598.5 mm,明显高于往年平均水平。

表 2 2021 年试验区降水量

试验区	降水量/mm					
	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	合计
佳木斯	77.7	65.7	78.2	114.1	62.9	398.6
哈尔滨	71.4	91.7	106.8	86.5	79.1	435.5
齐齐哈尔	28.3	86.8	260.7	162.2	60.5	598.5

2.2 湿润区秸秆还田对土壤指标和玉米生长的影响

2.2.1 土壤含水率 由图 1 可知,苗期、拔节期、吐丝期和收获期,秸秆翻埋还田处理下,土壤含水率始终大于秸秆不还田处理,但未达到显著差异水平。说明和不还田相比,秸秆还田具有一定的蓄水保墒作用,但在降水量比较充足的情况下,效果未达到显著水平。

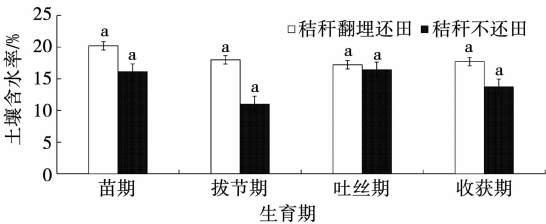


图 1 湿润区秸秆翻埋还田对土壤含水率的影响

注:图中小写字母表示 0.05 水平上差异显著性。下同。

2.2.2 土壤温度 由图 2 可知,苗期、拔节期和收获期,秸秆翻埋还田处理下,土壤温度低于秸秆不还田处理,吐丝期高于秸秆不还田处理,但均未达到显著差异水平。说明秸秆翻埋还田对土壤温度影响不大。

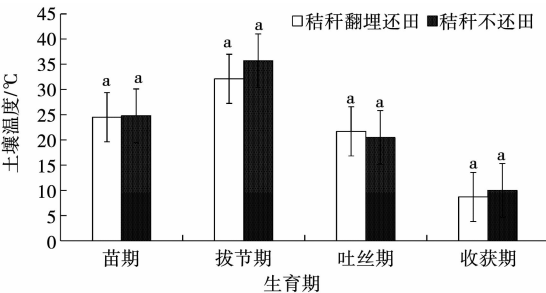


图 2 湿润区秸秆翻埋还田对土壤温度的影响

2.2.3 植株生长 由表 3 可知,苗期秸秆翻埋还田处理下的株高和地上部干重显著高于秸秆不还田处理;拔节期地上部鲜重和地上部干重显著高于秸秆不还田处理;吐丝期和收获期二者所有指标差异不显著。说明秸秆翻埋还田对植株的影响主要体现在苗期和拔节期,拔节期后影响不显著。

表 3 湿润区秸秆翻埋还田对玉米植株生长的影响				
生育期	处理	株高/cm	地上部鲜重/g	地上部干重/g
苗期	秸秆翻埋还田	78.0 a	116.27 a	24.72 a
	秸秆不还田	70.3 b	110.76 a	23.67 b
拔节期	秸秆翻埋还田	104.7 a	180.59 a	43.36 a
	秸秆不还田	102.7 a	153.49 b	32.74 b
吐丝期	秸秆翻埋还田	268.0 a	1030.00 a	259.00 a
	秸秆不还田	264.0 a	933.33 a	245.33 a
收获期	秸秆翻埋还田	281.3 a	993.33 a	167.00 a
	秸秆不还田	283.7 a	974.33 a	166.67 a

注:不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著。下同。

2.2.4 产量 由图 3 可知,秸秆翻埋还田处理下产量为 $7\,164.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,较秸秆不还田($6\,872.8\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)增产 4.2% ,但未达到显著差异水平。

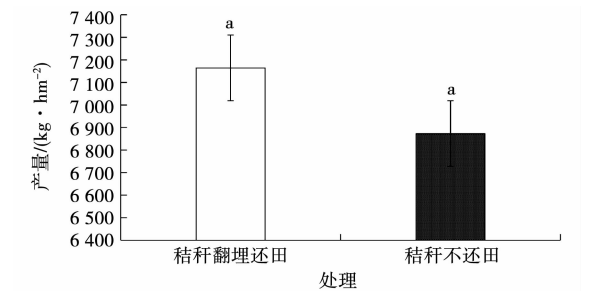


图 3 湿润区秸秆翻埋还田对玉米产量的影响

2.3 半湿润区秸秆还田对土壤指标和玉米生长的影响

2.3.1 土壤含水率 由表 4 可知,苗期土壤含水率表现为秸秆覆盖还田>秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>CK,覆盖还田和碎混还田与 CK 差异显著,表明 3 种秸秆还田模式均能起到保墒作用,且覆盖还田对苗期土壤保水效果较好。收获期土壤含水率表现为秸秆覆盖还田>秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>CK,覆盖还田土壤含水率显著高于其他处理。

2.3.2 土壤温度 由表 5 可知,苗期土壤温度表现为秸秆翻埋还田>秸秆碎混还田>秸秆覆盖还田>CK,各处理间差异不显著。收获期表现为秸秆翻埋还田>秸秆碎混还田>CK>秸秆覆盖还

田,各处理间差异也未达到显著水平。

表 4 半湿润区秸秆还田对土壤含水率的影响		
生育期	处理	土壤含水率/%
苗期	秸秆覆盖还田	29.3±0.6 a
	秸秆碎混还田	27.2±1.9 ab
	秸秆翻埋还田	25.1±0.3 bc
	CK	23.6±0.5 c
收获期	秸秆覆盖还田	26.3±0.3 a
	秸秆碎混还田	24.9±0.5 b
	秸秆翻埋还田	24.8±1.0 b
	CK	24.7±0.6 b

表 5 半湿润区秸秆还田对土壤温度的影响		
生育期	处理	土壤温度/℃
苗期	秸秆覆盖还田	21.8±0.7 a
	秸秆碎混还田	22.8±0.8 a
	秸秆翻埋还田	23.0±0.9 a
	CK	21.5±0.2 a
收获期	秸秆覆盖还田	13.9±0.4 a
	秸秆碎混还田	14.6±0.4 a
	秸秆翻埋还田	14.7±0.5 a
	CK	14.5±0.2 a

2.3.3 出苗率 由图 4 可知,出苗率表现为秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>秸秆覆盖还田>CK,出苗率分别较 CK 提高 5.3% 、 4.4% 和 0.1% 。其中碎混还田和翻埋还田差异不显著,但二者与覆盖还田和 CK 差异显著。

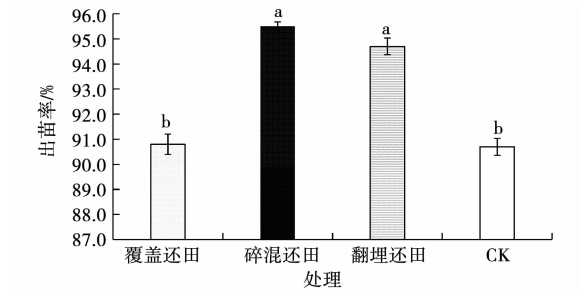


图 4 半湿润区秸秆还田对玉米出苗率的影响

2.3.4 植株生长 由表 6 可知,苗期株高和地上部干重均表现为秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>秸秆覆盖还田>CK,其中碎混还田和翻埋还田差异不显著,二者与覆盖还田和 CK 差异显著。收获期地上部干重表现为秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>秸秆覆盖还田>CK,碎混还田与其他处理差异显著,说明碎混还田更有利于植株的生长发育和干物质积累。

表 6 半湿润区秸秆还田对玉米植株生长指标的影响

生育期	处理	株高/cm	地上部干重/g
苗期	秸秆覆盖还田	67.0±2.2 b	23.6±0.2 b
	秸秆碎混还田	74.3±1.7 a	27.5±2.0 a
	秸秆翻埋还田	73.0±1.6 a	27.0±1.3 a
	CK	65.7±3.3 b	22.3±0.9 b
收获期	秸秆覆盖还田	293.0±0.8 a	568.4±2.1 bc
	秸秆碎混还田	296.3±1.2 a	578.6±3.5 a
	秸秆翻埋还田	295.0±1.6 a	571.1±4.2 b
	CK	293.7±1.2 a	567.3±4.6 c

2.3.5 产量 由图 5 可知,产量表现为秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>秸秆覆盖还田>CK,秸秆碎混还田和秸秆翻埋还田与秸秆覆盖还田和 CK 差异显著。与 CK 相比,秸秆碎混还田、秸秆翻埋还田和秸秆覆盖还田产量分别提高 4.7%、4.2% 和 0.6%。

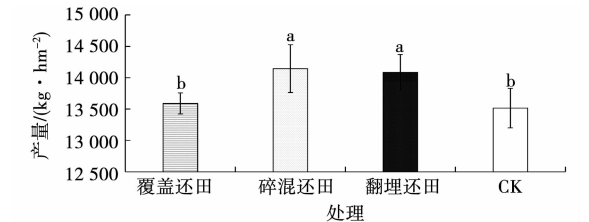


图 5 半湿润区秸秆还田对玉米产量的影响

2.4 半干旱区秸秆还田对土壤指标和玉米生长的影响

2.4.1 土壤含水率 由表 7 可知,苗期土壤含水率表现为秸秆覆盖还田>两免一松还田>秸秆碎混还田>CK>秸秆翻埋还田,且覆盖、两免一松和碎混与 CK 和翻埋差异显著;拔节期表现为秸秆覆盖还田>秸秆碎混还田>CK>两免一松还田>秸秆翻埋还田;吐丝期表现为秸秆覆盖还田>秸秆碎混还田>两免一松还田>秸秆翻埋还田>CK;但在拔节期、吐丝期时,各处理间的含水率差异均未达到显著水平。收获期表现为两免一松还田>秸秆碎混还田>秸秆覆盖还田>CK>秸秆翻埋还田,两免一松、碎混和覆盖还田与 CK 差异不显著,与翻埋差异显著。由于苗期降水量较少,秸秆覆盖、两免一松和碎混还田方式对土壤搅动小,因此和翻埋还田及 CK 相比,更加有利于土壤蓄水保墒,土壤含水率更高。到了拔节期和吐丝期,由于降水量丰富,土壤湿度受耕作方式影响不大,因此土壤含水率在各处理间差异不显著。

表 7 半干旱区秸秆还田对土壤含水率的影响

生育期	处理	土壤含水率/%
苗期	秸秆覆盖还田	26.3±1.43 a
	秸秆碎混还田	25.2±1.07 a
	秸秆翻埋还田	19.9±0.39 b
	两免一松还田	25.3±1.76 a
	CK	20.4±0.16 b
拔节期	秸秆覆盖还田	32.1±2.89 a
	秸秆碎混还田	29.5±2.42 a
	秸秆翻埋还田	25.8±1.31 a
	两免一松还田	28.8±2.39 a
	CK	29.4±3.07 a
吐丝期	秸秆覆盖还田	32.1±2.89 a
	秸秆碎混还田	31.5±4.67 a
	秸秆翻埋还田	28.8±2.39 a
	两免一松还田	30.2±2.64 a
	CK	28.3±0.87 a
收获期	秸秆覆盖还田	17.1±0.61 a
	秸秆碎混还田	17.2±0.33 a
	秸秆翻埋还田	16.1±0.25 b
	两免一松还田	17.3±0.16 a
	CK	16.5±0.19 ab

2.4.2 土壤温度 由表 8 可知,苗期土壤温度表现为两免一松还田>秸秆翻埋还田>秸秆碎混还田>CK>秸秆覆盖还田,各处理间差异不显著;拔节期表现为秸秆翻埋还田>两免一松还田>秸秆碎混还田>CK>秸秆覆盖还田,翻埋还田与覆盖还田差异显著;吐丝期表现为秸秆碎混还田>CK>秸秆翻埋还田>秸秆覆盖还田>两免一松还田,各处理间差异不显著;收获期表现为两免一松还田>CK>秸秆翻埋还田>秸秆碎混还田>秸秆覆盖还田,秸秆覆盖还田土壤温度显著低于其他处理。说明苗期和吐丝期,秸秆还田方式对土壤温度影响不大。

2.4.3 植株生长 由表 9 可知,苗期株高表现为两免一松还田>秸秆翻埋还田>CK>秸秆碎混还田>秸秆覆盖还田,其中两免一松还田和翻埋还田差异不显著,二者显著高于 CK、碎混还田和覆盖还田;拔节期株高表现为秸秆翻埋还田>两免一松还田>CK>秸秆碎混还田>秸秆覆盖还田,翻埋还田显著高于其他处理,两免一松还田与覆盖还田差异显著;吐丝期株高表现为秸秆翻埋还田>两免一松还田>秸秆碎混还田>秸秆覆盖

还田>CK,翻埋还田与CK显著差异;收获期株高表现为两免一松还田>秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>CK>秸秆覆盖还田,还田各处理株高显著高于CK。

苗期地上部鲜重表现为秸秆翻埋还田>秸秆两免一松还田>CK>秸秆碎混还田>秸秆覆盖还田,其中翻埋还田和两免一松还田地上部鲜重显著高于覆盖还田;拔节期地上部鲜重表现为两免一松还田>秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>CK>秸秆覆盖还田;吐丝期地上部鲜重表现为两免一松还田>秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>秸秆覆盖还田>CK,两免一松还田地上部鲜重显著高于其他处理;收获期地上部鲜重表现为两免一松还田>秸秆翻埋还田>秸秆碎混还田>CK>秸秆覆盖还田,CK与覆盖还田地上部鲜重差异不显著,二者显著低于其他处理。

苗期地上部干重表现为两免一松还田>秸秆翻埋还田>秸秆碎混还田>CK>秸秆覆盖还田,两免一松还田地上部干重与碎混还田、CK和覆盖还田显著差异;拔节期地上部干重表现为两免一松还田>秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>CK>秸秆覆盖还田,两免一松还田地上部干重显著高于其他处理;吐丝期地上部干重表现为两免一松还田>秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>秸秆覆盖还田>CK;收获期地上部干重表现为两免一松还田>秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>秸秆覆

盖还田>CK。整个生育期,两免一松的地上部干重始终大于其他处理,说明该处理更加有利于植株的干物质积累(表9)。

表 8 半干旱区秸秆还田对土壤温度的影响

生育期	处理	土壤温度/℃
苗期	秸秆覆盖还田	21.4±0.78 a
	秸秆碎混还田	22.9±0.51 a
	秸秆翻埋还田	23.2±1.77 a
	两免一松还田	23.4±0.45 a
	CK	22.3±1.38 a
拔节期	秸秆覆盖还田	31.6±0.86 b
	秸秆碎混还田	32.4±0.37 ab
	秸秆翻埋还田	33.2±0.46 a
	两免一松还田	32.5±0.53 ab
	CK	32.2±0.39 ab
吐丝期	秸秆覆盖还田	25.1±0.34 a
	秸秆碎混还田	26.5±1.18 a
	秸秆翻埋还田	25.3±0.24 a
	两免一松还田	25.0±0.63 a
	CK	25.5±0.12 a
收获期	秸秆覆盖还田	11.5±0.68 b
	秸秆碎混还田	12.4±0.48 a
	秸秆翻埋还田	12.8±0.34 a
	两免一松还田	13.0±0.25 a
	CK	12.9±0.16 a

表 9 半干旱区秸秆还田对玉米植株生长的影响

生育期	处理	株高/cm	地上部鲜重/g	地上部干重/g
苗期	秸秆覆盖还田	106.3±1.25 c	97.07±1.76 b	35.67±0.31 c
	秸秆碎混还田	116.3±3.40 b	101.10±5.32 ab	42.87±1.08 b
	秸秆翻埋还田	123.0±3.56 a	106.93±1.07 a	45.00±0.99 ab
	两免一松还田	124.0±1.63 a	106.00±1.35 a	45.87±0.57 a
	CK	117.0±1.63 b	101.33±1.18 ab	38.13±1.52 c
拔节期	秸秆覆盖还田	229.3±3.40 c	378.74±1.95 c	158.86±5.06 c
	秸秆碎混还田	231.3±3.86 bc	394.16±4.52 b	177.25±1.67 b
	秸秆翻埋还田	249.3±2.05 a	393.02±2.75 b	173.31±3.28 b
	两免一松还田	239.0±2.94 b	420.91±5.59 a	199.40±3.06 a
	CK	238.3±4.64 bc	379.72±4.02 c	162.61±3.05 c
吐丝期	秸秆覆盖还田	269.3±8.99 ab	1214.46±2.49 b	353.40±4.08 b
	秸秆碎混还田	280.7±5.56 ab	1221.39±5.75 b	368.62±1.71 a
	秸秆翻埋还田	284.0±2.16 a	1220.48±10.65 b	362.57±2.74 a
	两免一松还田	282.0±2.16 ab	1243.05±4.24 a	370.85±1.90 a
	CK	267.0±6.98 b	1213.89±6.58 b	353.18±6.77 b

表 9(续)

生育期	处理	株高/cm	地上部鲜重/g	地上部干重/g
收获期	秸秆覆盖还田	283.7±1.70 a	1405.53±7.41 b	512.97±6.05 b
	秸秆碎混还田	291.0±0.82 a	1454.83±4.06 a	525.47±6.11 ab
	秸秆翻埋还田	289.3±2.05 a	1464.67±4.82 a	518.43±4.90 ab
	两免一松还田	291.3±1.70 a	1468.43±6.34 a	529.23±2.21 a
	CK	289.0±2.16 b	1406.70±3.93 b	511.97±7.76 b

2.4.4 产量 由图 6 可知,产量表现为两免一松还田>秸秆碎混还田>秸秆翻埋还田>秸秆覆盖还田>CK,其中两免一松还田、秸秆碎混还田和秸秆翻埋还田与 CK 差异显著,各处理分别较 CK 增产 8.1%、7.7%、7.2%和 1.8%。

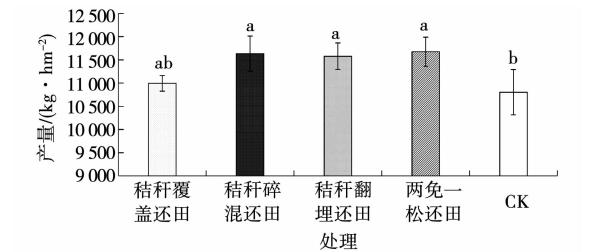


图 6 半干旱区秸秆还田对玉米产量的影响

3 讨论

3.1 秸秆还田对土壤含水率的影响

Zhang 等^[6]发现,免耕秸秆覆盖处理与传统翻耕相比,因秸秆覆盖在地表使得太阳辐射降低、温度低于传统耕作,导致免耕覆盖处理含有较高的土壤含水量。邹洪涛等^[7]研究认为,覆盖还田能够提高土壤含水率。这是由于玉米秸秆结构蓬松,内部具有较大的孔隙,一方面秸秆可以吸附降水,另一方面秸秆可以减少土壤与外界接触面积,抑制土壤中的水分蒸发,起到保墒作用。也有研究表明,与秸秆不还田相比,覆盖还田和翻埋还田均能够提高土壤水分含量和水分利用效率^[8-9]。本研究得到相似结论,半湿润区,苗期和收获期的土壤含水率均表现为秸秆覆盖还田最高。半干旱区,苗期覆盖还田下的土壤含水率显著高于 CK。湿润区,苗期至收获期,秸秆翻埋还田处理下的土壤含水率始终大于秸秆不还田处理。

3.2 秸秆还田对土壤温度的影响

张敬涛等^[10]研究认为,与常规垄作处理相比,秸秆覆盖免耕处理的土壤表层和深层温度均不同程度降低,尤其在生育前期(苗期)的温度差异最为显著,随着生育时期的推进,对土壤温度的降低作用逐渐减弱。张冬梅等^[11]研究认为,与无秸秆还田春旋耕处理相比,秸秆还田秋深耕可显

著提高玉米苗期土壤表层的日平均地温和日最低平均地温,3 年平均分别提高 1.1 和 1.3℃。本研究在半干旱区得到相似结论,苗期和拔节期土壤温度始终表现为秸秆翻埋还田>CK>秸秆覆盖还田,到了吐丝期呈现出不同的变化。而在湿润区,苗期、拔节期和收获期秸秆翻埋还田处理下的土壤温度低于秸秆不还田处理,吐丝期高于秸秆不还田处理,但均未达到显著差异水平。半湿润区,苗期土壤温度表现为秸秆翻埋还田>秸秆碎混还田>秸秆覆盖还田>CK,各处理间差异不显著。这可能是受不同气候、土壤类型及生育期环境变化影响导致的。有研究表明,秸秆还田具有在不同年限、不同土层和不同生育时期增温或降温的双重效应^[12-14]。

3.3 秸秆还田对玉米生长及产量的影响

王月宁等^[15]研究发现,秸秆深埋处理能显著促进玉米生长,其平均株高、茎粗和地上部生物量显著增加 16.4%、17.5%和 15.9%,与本研究结果相一致。本研究中,湿润区(苗期和拔节期)、半湿润区(苗期和收获期)和半干旱区(苗期、拔节期和吐丝期),秸秆还田处理下的地上部干重显著大于不还田处理。杨帆等^[16]研究认为,秸秆还田处理平均增产 4.4%~6.8%。张锋^[17]研究发现,翻埋、碎混和覆盖还田下的产量均大于 CK,其中以翻埋还田方式增产幅度显著,为 8.70%。本研究中,与秸秆不还田相比,湿润区,秸秆翻埋还田下玉米增产 4.2%;半湿润区,秸秆碎混还田、秸秆翻埋还田和秸秆覆盖还田分别较 CK 增产 4.7%、4.2%和 0.6%;半干旱区,两免一松还田、秸秆碎混还田、秸秆翻埋还田和秸秆覆盖还田分别较 CK 增产 8.1%、7.7%、7.2%和 1.8%。

4 结论

综合以上研究结果,秸秆还田具有对土壤增温或降温的双重效应,土壤的含水率变化受不同生态区和不同生育时期影响。湿润区翻埋还田有利于增产,半湿润区和半干旱区分别采取碎混还田和两免一松还田增产效果更佳。

参考文献:

- [1] 刘海燕,孙善文,韩业辉,等. 黑龙江省玉米秸秆还田现状及发展策略[J]. 中国种业,2021(11):20-22.
- [2] 常程,刘晶,史磊,等. 不同秸秆还田耕作模式对耕层土壤质量、玉米根系发育及氮积累的影响[J]. 辽宁农业科学,2021(6):18-21.
- [3] 王鑫宇,蔡焕杰,王晓云,等. 不同秸秆与氮肥管理措施对玉米产量及氮素利用的影响[J]. 干旱地区农业研究,2021,39(6):185-193.
- [4] 安思危,付健,杨克军,等. 不同耕作和秸秆还田方式对根际土壤养分及玉米产量的影响[J]. 黑龙江农业科学,2021(8):1-7.
- [5] 张丽华,徐晨,于江,等. 半湿润区秸秆还田对土壤水分、温度及玉米产量的影响[J]. 水土保持学报,2021,35(4):299-306.
- [6] ZHANG S L, LI P R, YANG X Y, et al. Effects of tillage and plastic mulch on soil water, growth and yield of spring-sown maize [J]. Soil and Tillage Research, 2011, 112(1):92-97.
- [7] 邹洪涛,王胜楠,闫洪亮,等. 秸秆深还田对东北半干旱区土壤结构及水分特征影响[J]. 干旱地区农业研究,2014,32(2):52-60.
- [8] JIN Y Q, DU B J, GAO H J, et al. Effects of maize straw returning on water dynamics and water use efficiency of winter wheat in lime concretion black soil[J]. Journal of Triticeae Crops, 2013, 33:1-7.
- [9] 杨慧莹,刘玉涛,王宇先,等. 半干旱区玉米秸秆还田方式抗旱效果及效益分析[J]. 黑龙江农业科学,2021(2):23-27.
- [10] 张敬涛,刘婧琦,赵桂范,等. 免耕栽培不同秸秆覆盖量下土壤温度变化研究[J]. 中国农学通报,2015,31(27):224-228.
- [11] 张冬梅,张伟,姜春霞,等. 旱地玉米不同耕作覆盖措施的土壤环境及产量效应[J]. 中国农业大学学报,2019,24(6):26-37.
- [12] 槐圣昌. 耕作方式与秸秆还田对东北黑土物理性质和玉米根系生长的影响[D]. 北京:中国农业科学院,2020.
- [13] 程宏波. 覆盖与秸秆还田对旱地小麦土壤水热条件及产量形成的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学,2016.
- [14] 常晓慧,孔德刚,井上光弘,等. 秸秆还田方式对春播期土壤温度的影响[J]. 东北农业大学学报,2011,42(5):117-120.
- [15] 王月宁,冯朋博,李荣,等. 不同秸秆还田方式对宁夏扬黄灌区土壤性质及玉米生长的影响[J]. 西南农业学报,2019,32(11):2607-2614.
- [16] 杨帆,董燕,徐明岗,等. 南方地区秸秆还田对土壤综合肥力和作物产量的影响[J]. 应用生态学报,2012,23(11):3040-3044.
- [17] 张锋. 不同秸秆还田方式对玉米生长发育及耕层土壤性质的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2019.

Effects of Straw Returning Mode on Soil Indexes and Maize Growth in Different Ecological Areas of Heilongjiang Province

XU Ying-ying, WANG Yu-xian, LIU Yu-tao, YANG Hui-ying, GAO Pan, WANG Chen, TAN Ke-fei, XU Ting

(Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

Abstract: According to the characteristics of different planting ecological areas in Heilongjiang Province, different straw returning tillage modes were selected to analyze and discuss the indexes, such as soil moisture content, temperature, corn growth and yield under different modes. The results showed that dual effect of straw returning on soil temperature increasing or decreasing was affected by different ecological regions and different growth stages. Additionally, in the humid area, the soil moisture content under straw burying returning increased compared with that without straw returning to the field, but did not reach the significant difference level. The impact on the plant was mainly reflected in the seedling stage and jointing stage, and the final yield increased by 4.2%. In the semi-humid area, the soil moisture content of straw mulching was the highest in each growth period. Compared with CK, the yields of straw crushing and mixing, straw burying and straw mulching were increased by 4.7%, 4.2% and 0.6%, respectively. In the semi-arid area, straw mulching, no tillage for two years and subsoiling for one year with straw returning had little effect on soil agitation and maintained relatively high soil moisture content. In the whole growth period, the aboveground dry weight of no tillage for two years and subsoiling for one year with straw returning were always greater than that of other treatments. The yield performance was as follows: No tillage for two years and subsoiling for one year with straw returning > straw crushing and mixing returning > straw burying returning > straw mulching > CK, which increased by 8.1%, 7.7%, 7.2% and 1.8% respectively compared with CK. To sum up, it is beneficial to increase production by straw burying returning in humid area, while the mode of straw crushing and mixing returning, no tillage for two years and subsoiling for one year with straw returning is more suitable to improve yield in semi humid and semi-arid areas, respectively.

Keywords: planting ecological area; total straw returning mode; soil moisture content; maize yield