



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.

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

安思危,付健,杨克军,王玉凤,张翼飞,张川,齐翔鲲,李庆

(黑龙江八一农垦大学农学院,黑龙江大庆163319)

摘要:为了优化黑龙江省西部半干旱区玉米耕作技术体系,以春玉米品种东旭20为供试材料,开展长期定位试验,设置4种耕作和还田处理,分别为常规垄作旋耕(CK),免耕秸秆移除(T1),免耕+覆盖还田(T2),垄作+碎混还田(T3),分别于拔节期、抽雄期、灌浆期和成熟期取样,测定玉米根际土壤养分及玉米产量,研究不同耕作和还田处理对根际土壤养分及玉米产量的影响。结果表明:与CK相比,T1处理可提高不同生育时期根际土壤有机质、全氮、碱解氮、速效磷和速效钾含量;T2处理可提高不同生育时期根际土壤有机质含量、全氮和碱解氮含量,抽雄期和成熟期的根际土壤速效磷含量,灌浆期的根际土壤速效钾含量;T3处理可提高不同生育时期根际土壤有机质、全氮和速效磷含量,抽雄期、灌浆期和成熟期根际土壤碱解氮和速效钾含量。玉米平均产量表现为 $T2>T3>CK>T1$,各处理间差异不显著。综上可知,T2处理是相对较好的耕作秸秆还田方式。

关键词:半干旱区;耕作;秸秆还田;土壤养分;玉米产量

不同的耕作和秸秆还田方式及死亡根茬的矿化和分解都会影响土壤养分。耕作通过机械外力作用于土壤,在对土壤进行扰动过程中,可以改变土壤的内部环境结构,并从本质上改变土壤的特性和改善作物生长情况^[1-2]。而秸秆还田由于对土壤产生了不同程度的扰动,并且增加了土壤有机物质的输入,从而影响了土壤养分^[3]。土壤养分是植物生活所必需的营养元素,其含量对作物产量形成和生长发育有重要影响^[4-5]。Liu等^[6]通过研究免耕和常规耕作措施对黄土高原山西褐土土壤养分的影响发现,免耕较常规耕作可增加土壤有机碳和土壤全氮含量,且分别增加了25%和18%。张文超^[7]研究表明,免耕处理较垄作处理提高了0~10 cm土层土壤速效养分含量。张萌等^[8]研究表明,免耕+秸秆覆盖处理较传统耕作可提高土壤全氮、全磷、有机质、碱解氮和速效钾含量,增加了玉米产量。程曼等^[9]研究发现,长期覆盖还田处理较不还田处理提高了土壤速效氮和速效钾含量,并增产10.10%。梅楠等^[10]在辽河平原中西部,通过研究秸秆还田方式对土壤

养分及玉米产量的影响研究发现,在10~20 cm土层中,秸秆还田可增加土壤速效养分和有机质含量,且显著提高了玉米产量。根际区域是土壤中生物化学性质最活跃的微域,也是植物、微生物和土壤相互交汇的重要场所^[11],研究不同耕作和还田方式对作物根际土壤养分的影响,可以更好地认识土壤养分对耕作和秸秆还田方式变化的响应机制。为此,本试验针对黑龙江省西部半干旱地区特定的土壤和气候条件,设置4种耕作和还田方式,系统分析不同耕作和秸秆还田方式对玉米生育期根际土壤养分及玉米产量的影响,优化完善黑龙江省半干旱区耕作技术体系。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验开始于2017年,在黑龙江省肇州县兴城镇示范区(46°00'28"N,125°32'81"E)长期定位试验区进行,于2019年取样调查。该地区属于松嫩平原半干旱区,地势平坦,肥力中等,为黑钙土。2019年试验地生育期降水量为446.7 mm,年平均气温6.0℃,无霜期平均130~135 d。试验区土壤的基本理化性质为土壤碱解氮140.0 mg·kg⁻¹,速效磷17.2 mg·kg⁻¹,速效钾240.4 mg·kg⁻¹,有机质25.5 g·kg⁻¹,pH7.9。

1.2 材料

供试玉米品种为东旭20。

收稿日期:2020-04-20

基金项目:国家重点研发计划(2018YFD0300101);黑龙江省应用技术与开发计划(GA20B102)。

第一作者:安思危(1996—),女,在读硕士,从事玉米高产理论与技术研究。E-mail:15603693885@163.com。

通信作者:杨克军(1968—),男,博士,教授,从事玉米高产理论与技术研究。E-mail:byndykj@163.com。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验设置 4 个处理,如表 1 所示。采用大区对比试验,各处理为 50 行区,行长 100 m,行距 0.65 m,面积约为 0.33 hm²。玉米

种植密度为 7.5 万株·hm²,施入复合肥 650 kg·hm²(N:P₂O₅:K₂O=27:10:12)。2019 年 5 月 7 日播种,9 月 29 日收获。

表 1 试验设计

序号	处理	措施
CK	常规垄作旋耕	秋季机械收获后,秸秆全部机械打包离田,春季旋耕起垄,垄距 65 cm。播种同时一次性在 15~20 cm 土层施入底肥。
T1	免耕秸秆移除	秋季机械收获后,秸秆全部机械打包离田。免耕播种,同时一次性在 15~20 cm 土层施入底肥。
T2	免耕+覆盖还田	秋季机械收获时,将全部秸秆粉碎,覆盖地表,粉碎长度≤10 cm,春季秸秆粉碎机二次作业粉碎。免耕播种,同时一次性在 15~20 cm 土层施入底肥。
T3	垄作+碎混还田	秋季机械收获时,将全部秸秆粉碎,粉碎长度≤10 cm,抛撒于地表,用联合整地机械将秸秆混拌于 0~20 cm 土层中。春季起垄,播种同时一次性在 15~20 cm 土层施入底肥。

1.3.2 测定项目及方法 分别在玉米拔节期、抽雄期、灌浆期和成熟期取样,用铁锹采集相对应处理的植株根际土壤,拔节期挖根深度为 20 cm,抽雄期开始挖根深度为 60 cm,小心挖出玉米根系后采用抖根法采集根际土壤样品,并带回实验室用于土壤养分的测定。土壤有机质、全氮、碱解氮、速效磷和速效钾测定参照鲍士旦^[12]方法进行。

收获期测其含水量折算出实际产量,并随机抽取 10 穗进行考种。

1.3.3 数据分析 采用 Excel 2013 对数据进行整理,SPSS 26.0 软件进行单因素方差分析,采用 Duncan 检验法进行多重比较及差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同耕作和秸秆还田方式对根际土壤养分的影响

2.1.1 有机质含量 如图 1 所示,在拔节期,各

处理土壤有机质含量均显著高于 CK 处理,免耕秸秆移除(T1)、免耕+覆盖还田(T2)和垄作+碎混还田(T3)处理分别较 CK 提高 11.75%、18.17%和 29.51%,且 T3 显著高于 T2 和 T1,但 T2 与 T1 处理间差异不显著;在抽雄期,T1、T2 和 T3 处理土壤有机质含量分别较 CK 提高 15.91%、5.54%和 26.75%,且 T1 和 T3 处理达显著差异;在灌浆期,T1、T2 和 T3 处理土壤有机质含量分别较 CK 提高 11.55%、20.06%和 29.53%,且 T3 处理显著高于 T1 和 CK 处理;在成熟期,T1、T2 和 T3 处理土壤有机质含量分别较 CK 提高 17.45%、11.82%和 22.33%,且 T1、T2 和 T3 处理间差异不显著,但 T1 和 T3 处理均显著高于 CK。综上可知,与 CK 处理相比,T1、T2 和 T3 处理均可提高不同生育时期土壤有机质含量。

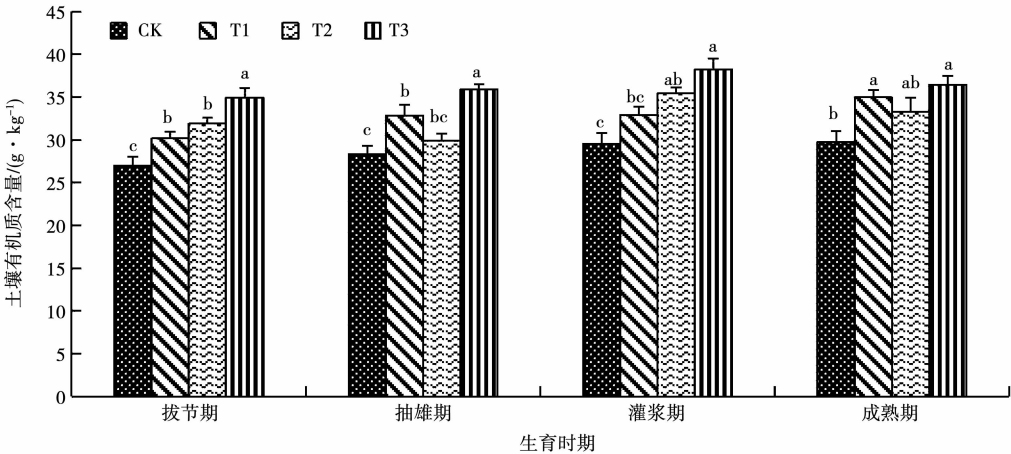


图 1 不同耕作和秸秆还田方式对土壤有机质含量的影响
注:不同小写字母差异显著(P<0.05)。下同。

2.1.2 全氮含量 如图 2 所示,在拔节期,各处理土壤全氮含量均显著高于 CK 处理,免耕秸秆移除(T1)、免耕+覆盖还田(T2)和垄作+碎混还田(T3)处理分别较 CK 提高 14.68%、12.97%和 15.90%,且 T1、T2 和 T3 处理间差异不显著;在抽雄期,T1、T2 和 T3 处理土壤全氮含量分别较 CK 显著提高 34.33%、21.30%和 53.82%;在灌浆期,各处理土壤全氮含量均显著高于 CK 处理,

T1、T2 和 T3 处理分别较 CK 提高 27.62%、24.39%和 39.84%,且 T3 显著高于 T2 与 T1 处理,但 T2 与 T1 处理间差异不显著;在成熟期,各处理土壤全氮含量均显著高于 CK 处理,T1、T2 和 T3 处理分别较 CK 提高 27.04%、35.59%和 40.99%,且 3 个处理间差异不显著。综上可知,与 CK 处理相比,T1、T2 和 T3 处理均可提高不同生育时期土壤全氮含量。

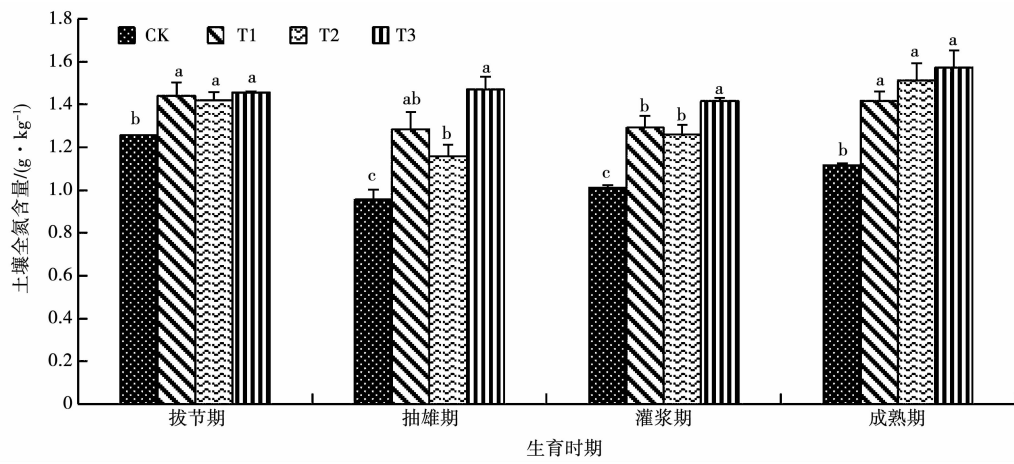


图 2 不同耕作和秸秆还田方式对土壤全氮含量的影响

2.1.3 碱解氮含量 如图 3 所示,在拔节期,免耕秸秆移除处理(T1)和免耕+覆盖还田处理(T2)土壤碱解氮分别较 CK 提高 3.89%和 2.37%,但不同耕作和还田方式之间均未表现出显著性差异;在抽雄期,T1、T2 和垄作+碎混还田(T3)处理土壤碱解氮含量分别较 CK 提高 9.60%、7.49%和 24.37%,且 T3 处理显著高于 T1、T2 和 CK 处理,但 T1、T2 和 CK 处理间均无显著差异;在灌浆期,T1、T2 和 T3 处理土壤碱解

氮含量均显著高于 CK,分别较 CK 提高 9.94%、13.41%和 21.72%,但 T1、T2 和 T3 处理间无显著差异;在成熟期,各处理土壤碱解氮含量均高于 CK 处理,表现为 T2>T3>T1>CK,T1、T2 和 T3 处理土壤碱解氮含量分别较 CK 提高 6.12%、9.11%和 8.13%,且各处理间差异不显著。综上可知,与 CK 处理相比,T1 和 T2 处理均可提高不同生育时期土壤碱解氮含量。

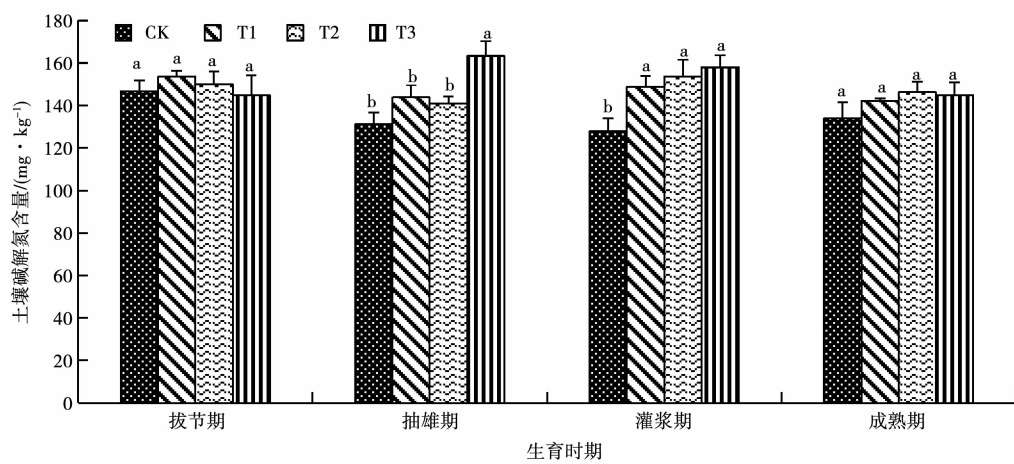


图 3 不同耕作和秸秆还田方式对土壤碱解氮含量的影响

2.1.4 速效磷含量 如图 4 所示,在拔节期,免耕秸秆移除(T1)和垄作+碎混还田(T3)处理土壤速效磷含量均显著高于 CK 处理,分别较 CK 提高 27.31%和 34.50%,但 T1 与 T3 处理间差异不显著,免耕+覆盖还田(T2)处理土壤速效磷含量低于 CK;在抽雄期,各处理土壤速效磷含量表现为 T3>T2>T1>CK, T1、T2 和 T3 处理分别较 CK 提高 23.37%、54.87%和 93.60%,且各处理间均达显著差异水平;在灌浆期,除 T2 处理土壤速效磷含量显著低于 CK 外,各处理土壤速效磷含量均显著高于 CK 处理, T1 和 T3 处理分别较 CK 提高 27.14%和 47.84%,且 T3 处理显著高于 T1 处理;在成熟期,各处理土壤速效磷含量均高于 CK 处理,表现为 T2>T3>T1>CK, T1、T2 和 T3 处理分别较 CK 提高 18.57%、77.98%和 47.80%,且 T2 和 T3 处理显著高于 T1 和 CK 处理,但 T1 与 CK 无显著差异。综上可知,与 CK 处理相比, T1 和 T3 处理均可提高不

同生育时期的土壤速效磷含量。

2.1.5 速效钾含量 如图 5 所示,在拔节期,免耕秸秆移除处理(T1)土壤速效钾含量显著高于 CK 处理,较 CK 提高 5.90%,免耕+覆盖还田(T2)、垄作+碎混还田(T3)和 CK 处理间无显著差异;在抽雄期, T1 和 T3 处理土壤速效钾含量均高于 CK 处理,分别较 CK 提高 5.06%和 2.15%,且 T1 处理显著高于 CK 处理,但 T1 与 T3 处理间无显著差异;在灌浆期,各处理土壤速效钾含量均高于 CK 处理,表现为 T3>T2>T1>CK, T1、T2 和 T3 处理分别较 CK 提高 2.22%、2.97%和 3.77%,且 T2 和 T3 处理显著高于 CK 处理,但 T2 与 T3 处理间差异不显著;在成熟期, T1 和 T3 处理土壤速效钾含量高于 CK 处理,分别较 CK 提高 2.71%和 2.13%,但 T1、T3 和 CK 处理间差异不显著。综上可知,与 CK 处理相比, T1 处理均可提高不同生育时期土

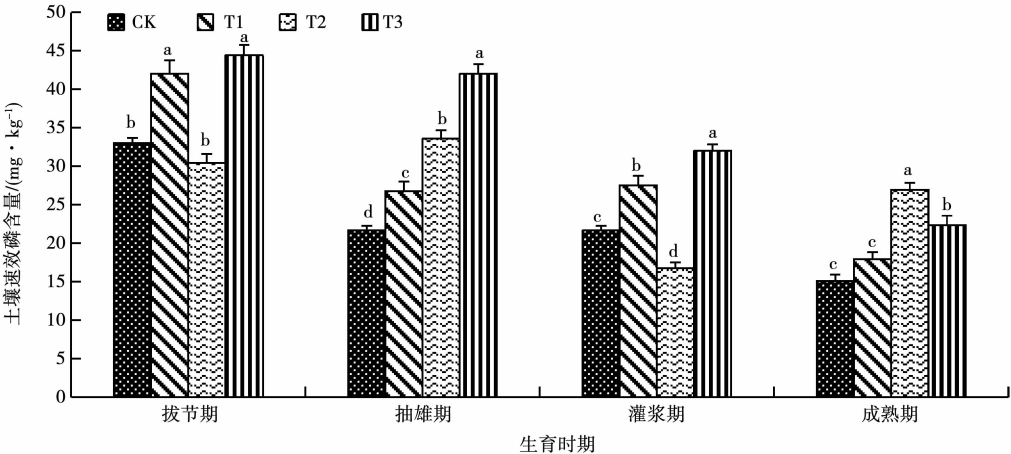


图 4 不同耕作和秸秆还田方式对土壤速效磷含量的影响

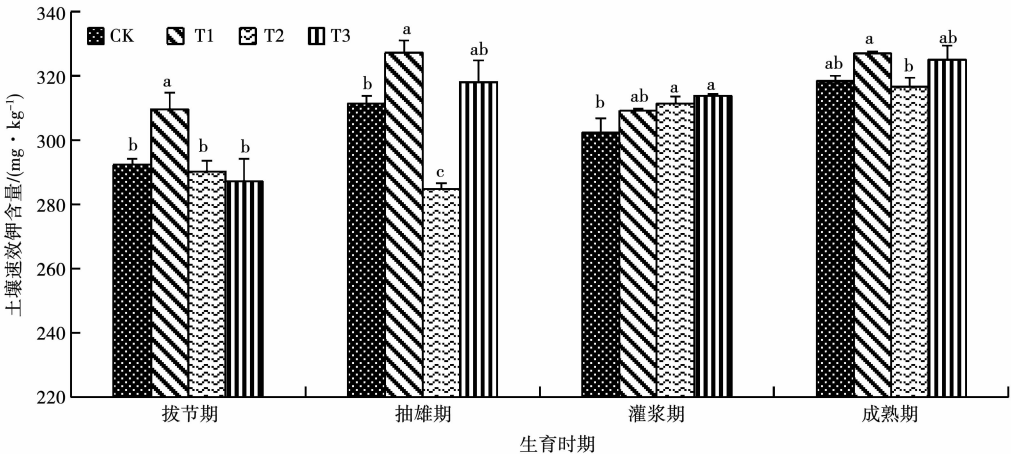


图 5 不同耕作和秸秆还田方式对土壤速效钾含量的影响

2.2 不同耕作和秸秆还田方式对玉米产量及产量构成因素的影响

2.2.1 穗部性状 由表 2 可知,各处理对玉米的穗长、穗粗和秃尖长等穗部性状均有一定影响。玉米穗长表现为免耕+覆盖还田(T2)>CK>垄作+碎混还田(T3)>免耕秸秆移除(T1),T2 处理的穗长比 CK 增加 4.22%。玉米穗粗表现为 CK>T2=T3>T1,各处理间差异均不显著。玉米秃尖长表现为 T1>T3>T2>CK,各处理间差异均不显著。

2.2.2 产量及产量构成因素 由表 3 可知,各处理玉米平均产量表现为免耕+覆盖还田(T2)>垄作+碎混还田(T3)>CK>免耕秸秆移除(T1),各处理间差异均不显著。从产量构成因素

分析,各处理玉米有效穗数表现为 T1>T2>T3>CK,各处理间差异均不显著。各处理玉米穗粒数表现为 T2>CK>T3>T1,各处理与 CK 相比差异不显著,T2 处理显著高于 T1 和 T3 处理,T1 与 T3 处理差异不显著。玉米百粒重表现为 T3>CK>T1>T2。

表 2 不同耕作和秸秆还田方式对玉米穗部性状的影响

处理	穗长/cm	穗粗/cm	秃尖长/mm
CK	17.51±1.01 a	4.94±0.11 a	1.03±0.16 a
T1	15.96±0.35 a	4.67±0.09 a	1.69±0.20 a
T2	18.25±0.34 a	4.83±0.12 a	1.38±0.21 a
T3	17.35±0.87 a	4.83±0.02 a	1.51±0.22 a

表 3 不同耕作和秸秆还田方式对玉米产量及产量构成因素的影响

处理	有效穗数/(穗·hm ⁻²)	穗粒数/(粒·穗 ⁻¹)	百粒重/g	产量/(kg·hm ⁻²)
CK	63076.92±6405.13 a	488.60±17.72 ab	27.84±1.42 a	9083.34±99.58 a
T1	66666.67±3589.74 a	438.35±14.80 b	25.62±0.44 ab	8859.53±195.35 a
T2	66153.85±5402.90 a	539.34±24.51 a	23.45±0.33 b	9204.69±750.40 a
T3	64102.56±1356.80 a	472.60±17.49 b	27.87±1.20 a	9193.49±710.21 a

3 讨论

土壤有机质是土壤的重要组分,是植物及土壤微生物生命活动的重要营养来源,它包括土壤中的各种动、植物残体,微生物体及其分解和合成的各种有机物质^[13-14]。孙士明等^[15]研究发现,玉米秸秆碎混还田耕作机械化技术模式较玉米秸秆离田旋耕机械化技术模式提高了土壤有机质含量。本研究表明,与 CK 处理相比,垄作+全秸秆碎混还田(T3)处理可提高拔节期、抽雄期、灌浆期和成熟期根际土壤有机质含量,增幅为 26.75%~29.53%,且各时期均较 CK 差异显著。分析可能是因为当秸秆残茬混拌于土层中时,秸秆与土壤的接触面积增大,更加有利于秸秆的腐殖化,增加了土壤的有机质含量。

土壤全氮是标志土壤氮素总量和供应作物有效氮素的源和库,它包括有机氮及无机氮,是评价土壤氮素肥力的重要指标,代表着土壤能提供氮素的长期总量^[16-17]。Mazzoncini 等^[18]在意大利中部一个典型的干旱土壤上研究发现,与传统耕作相比,免耕处理可以提升 0~30 cm 土层的全氮含量。武均等^[19]以长期定位保护性耕作试验为研究对象,发现与传统耕作处理相比,传统耕作+

秸秆还田、免耕不覆盖、免耕+秸秆覆盖处理土壤全氮含量均有所提升,且传统耕作+秸秆还田、免耕+秸秆覆盖处理均与传统耕作处理差异达显著水平。邓超超等^[20]在陇中旱农区研究发现,秸秆还田较传统耕作相比,显著增加了 0~30 cm 土层的土壤全氮含量。本研究表明,免耕秸秆移除(T1),免耕+覆盖还田(T2),垄作+碎混还田(T3)均可提高拔节期、抽雄期、灌浆期和成熟期的根际土壤全氮含量。分析可能是因为免耕和秸秆还田使得大量的有机物质分解转化到土壤中,为微生物的生存与活动带来了充足的养料和能量,进而加速了微生物对秸秆的腐化率,因此有利于土壤全氮的积累^[21]。

土壤碱解氮包括无机的矿物态氮和部分有机物质中易分解的有机态氮,即氨态氮、氨基酸、硝态氮、酰胺和易水解的蛋白质的总和,其含量高低可以用来衡量土壤的供氮强度^[22-24]。刘威^[25]研究表明,秸秆还田和免耕较传统耕作均会增加 0~20 cm 土层土壤的碱解氮含量。本研究发现,与 CK 处理相比,免耕秸秆移除(T1)处理可提高不同生育时期的根际土壤碱解氮含量,增幅为 3.89%~9.94%,在灌浆期与 CK 达显著差异水

平。分析可能是因为免耕土壤扰动较小,土壤通气性好,致使根际土壤碱解氮含量有所增加。

土壤速效磷为作物生长发育提供直接养分,土壤中速效磷的多少在一定程度上可以说明土壤质量的高低^[23,26]。本研究表明,与 CK 处理相比,垄作+全秸秆碎混还田(T3)处理可提高拔节期、抽雄期、灌浆期和成熟期的根际土壤速效磷含量,增幅为 34.50%~93.60%,且均与 CK 达显著差异水平。分析可能是因为碎混还田可以保持土壤良好结构,提高土壤蓄水保墒能力,且秸秆腐解率较高^[27],所以增加了根际土壤速效磷含量。

土壤速效钾是较易变动的养分指标,其含量是评价土壤肥力的一个重要指标^[24,28]。Moussa-Machraoui 等^[29]在非洲国家突尼斯西北部半干旱地区研究发现,免耕处理显著提高了土壤中的钾含量。本研究表明,与 CK 处理相比,免耕秸秆移除(T1)处理可提高拔节期、抽雄期、灌浆期和成熟期的根际土壤速效钾含量,增幅为 2.22%~5.90%,且拔节期和抽雄期均与 CK 差异达显著水平。分析可能是因为免耕处理有机质含量较高,进而能够吸附更多的钾元素^[30]。

4 结论

与常规垄作旋耕(CK)相比,免耕秸秆移除(T1)处理提高了不同生育时期根际土壤有机质、全氮、碱解氮、速效磷和速效钾含量,增幅分别为 11.55%~17.45%、14.68%~34.33%、3.89%~9.94%、18.57%~27.31%和 2.22%~5.90%;免耕+覆盖还田(T2)处理提高了不同生育时期根际土壤有机质含量、全氮和碱解氮含量,增幅分别为 5.54%~20.06%、12.97%~35.59%和 2.37%~13.41%,提高了抽雄期和成熟期的根际土壤速效磷含量,增幅为 54.87%~77.98%,提高了灌浆期的根际土壤速效钾含量,增幅为 2.97%;垄作+碎混还田(T3)处理提高了不同生育时期根际土壤有机质、全氮和速效磷含量,增幅分别为 26.75%~29.53%、15.90%~40.99%和 34.50%~93.60%,提高了抽雄期、灌浆期和成熟期根际土壤碱解氮和速效钾含量,增幅分别为 8.13%~24.37%和 2.13%~3.77%。玉米平均产量表现为 T2>T3>CK>T1,各处理间差异不显著。综合来看,T2 处理是相对较好的耕作秸秆还田方式。

参考文献:

- [1] 张宇飞. 耕作方式与秸秆还田对玉米产量及养分吸收的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2019.
- [2] 丛聪. 耕作方式及有机物还田对黑土坡耕地土壤物理性质和玉米生长的影响[D]. 北京:中国农业科学院,2019.
- [3] 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.
- [4] 张星杰,刘景辉,李立军,等. 保护性耕作方式下土壤养分、微生物及酶活性研究[J]. 土壤通报,2009,40(3):542-546.
- [5] 刘卫玲,程思贤,李娜,等. 深松(耕)时期与方式对砂姜黑土耕层养分和冬小麦、夏玉米产量的影响[J]. 河南农业科学,2020,49(3):8-16.
- [6] LIU E K, ZHAO B Q, MEI X R, et al. Effects of no-tillage management on soil biochemical characteristics in northern China[J]. Journal of Agricultural Science, 2010, 148(2): 217-223.
- [7] 张文超. 耕作方式对土壤主要理化性状及玉米产量形成的影响[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2017.
- [8] 张萌,李立科,郝明德. 免耕覆盖对玉米产量及土壤肥力的影响[J]. 西北农业学报,2013,22(6):67-72.
- [9] 程曼,解文艳,杨振兴,等. 黄土旱塬长期秸秆还田对土壤养分、酶活性及玉米产量的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文),2019,27(10):1528-1536.
- [10] 梅楠,刘琳,隋鹏祥,等. 秸秆还田方式对土壤理化性质及玉米产量的影响[J]. 玉米科学,2017,25(6):87-94.
- [11] 宋霄君,吴会军,武雪萍,等. 长期保护性耕作可提高表层土壤碳氮含量和根际土壤酶活性[J]. 植物营养与肥料学报,2018,24(6):1588-1597.
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [13] 孙利军,张仁陟,黄高宝. 保护性耕作对黄土高原旱地地表土壤理化性状的影响[J]. 干旱地区农业研究,2007(6):207-211.
- [14] 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.
- [15] 孙士明,靳晓燕,王俊河. 黑龙江省玉米秸秆粉碎还田耕作机械化技术模式试验[J]. 农机化研究,2021,43(7):159-164.
- [16] 张丽. 深松和培肥对旱地农田土壤水分保蓄能力及玉米生长的影响[D]. 北京:中国农业大学,2014.
- [17] 刘禹池. 保护性耕作下不同施肥处理对作物产量和土壤理化性质的影响[D]. 雅安:四川农业大学,2012.
- [18] MAZZONCINI M, ANTICHI D, DI BENE C, et al. Soil carbon and nitrogen changes after 28 years of no-tillage management under Mediterranean conditions[J]. European Journal of Agronomy, 2016, 77:156-165.
- [19] 武均,蔡立群,齐鹏,等. 不同耕作措施下旱作农田土壤团聚体中有机碳和全氮分布特征[J]. 中国生态农业学报,2015,23(3):276-284.
- [20] 邓超超,李玲玲,谢军红,等. 耕作措施对陇中旱农区土壤细菌群落的影响[J]. 土壤学报,2019,56(1):207-216.

[21] 张婧. 不同保护性耕作措施对麦—豆轮作条件下土壤有机碳库及土壤养分的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2014.

[22] 王靖, 林琪, 倪永君, 等. 不同保护性耕作模式对冬小麦产量及土壤理化性状的影响[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2009, 26(4): 276-281.

[23] 孙涛. 不同耕作方式及施肥对黑土理化性质的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2008.

[24] 张洋. 不同种植模式对黑土理化性质及玉米生长发育的影响[D]. 长春: 吉林农业大学, 2017.

[25] 刘威. 连续秸秆还田对土壤结构性、养分和有机碳组分的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2015.

[26] 张丽. 深松和培肥对旱地农田土壤水分保蓄能力及玉米生长的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2014.

[27] 张印生. 玉米秸秆全量直接还田技术[J]. 现代化农业, 2020(7): 70-71.

[28] 何鑫. 不同耕作方式对农田黑土理化性质及玉米叶片 PS II 功能的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2017.

[29] MOUSSA-MACHRAOUI S B, ERROUISSI F E, BEN-HAMMOUDA M, et al. Comparative effects of conventional and no-tillage management on some soil properties under Mediterranean semi-arid conditions in northwestern Tunisia [J]. Soil & Tillage Research, 2010, 106 (2): 247-253.

[30] 张文超, 王玉凤, 张翼飞, 等. 耕作方式对松嫩平原半干旱区土壤养分含量和玉米产量的影响[J]. 作物杂志, 2017(4): 123-128.

Effects of Different Tillage and Straw Returning Treatments on Rhizosphere Soil Nutrients and Maize Yield

AN Si-wei, FU Jian, YANG Ke-jun, WANG Yu-feng, ZHANG Yi-fei, ZHANG Chuan, QI Xiang-kun, LI Qing

(College of Agriculture, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

Abstract: In order to perfect the maize tillage technology system in the semi-arid area of Heilongjiang Province, taking spring maize variety Dongxu 20 as the test material, long-term positioning tests were carried out, 4 kinds of tillage and straw returning methods were set up, respectively, including conventional rotary tillage (CK), no-tillage straw removed (T1), no-tillage + whole straw crushing mulch returning to the field (T2), and ridge tillage + whole straw broken mixture returning to the field (T3). Samples were taken at jointing stage, tasseling stage, filling stage and mature stage to determine the rhizosphere soil nutrients and maize yield, and study the effects of different tillage and straw returning treatments on rhizosphere soil nutrients and maize yield. The results showed that compared with CK treatment, T1 treatment could increase the contents of rhizosphere soil organic matter, total nitrogen, alkali-hydrolytic nitrogen, available phosphorus and available potassium at different growth stages; T2 treatment can increase the contents of rhizosphere soil organic matter, total nitrogen and alkali-hydrolytic nitrogen at different growth stages, the content of rhizosphere soil available phosphorus at tasseling stage and mature stage, and the content of soil available potassium at filling stage; T3 treatment could increase the contents of rhizosphere soil organic matter, soil total nitrogen and available phosphorus at different growth stages, and the contents of rhizosphere soil alkali-hydrolyzed nitrogen and available potassium at tasseling stage, filling stage and mature stage. The average yield of maize was $T2 > T3 > CK > T1$, there was no significant difference among treatments. In conclusion, T2 treatment is a relatively better tillage and straw returning method.

Keywords: semiarid region; tillage; straw returning; soil nutrient; maize yield

著作权使用声明

本刊已许可中国知网、维普网、万方数据等知识服务平台以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含著作权使用费,所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。

《黑龙江农业科学》编辑部