



杨冰,孟祥海,王佰成,等.不同耕作及秸秆还田方式对土壤养分及微生物生物量碳氮的影响[J].黑龙江农业科学,2024(7):24-28,29.

不同耕作及秸秆还田方式对土壤养分及微生物生物量碳氮的影响

杨冰,孟祥海,王佰成,王文慧,时新瑞,徐德海,张帅,张星哲

(黑龙江省农业科学院牡丹江分院,黑龙江牡丹江157020)

摘要:为促进作物稳产增产,采用田间定位试验,研究不同耕作[免耕(NT)、浅耕(ST)、深耕(DT)]及秸秆还田方式[秸秆还田(-T)、秸秆离田(+T)]下,黑土区土壤剖面(0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm)养分及微生物量碳、微生物量氮的变化。结果表明,不同耕作方式处理的土壤理化性质存在显著差异,在各耕层中土壤有机质含量最高的处理依次为 NT-T、DT、ST-T 和 DT;全氮含量最高的处理依次为 ST-T、DT、NT-T 和 NT-T;速效氮含量最高的处理依次为 DT-T、DT-T、DT 和 NT;土壤各耕层 pH 均为 ST 处理最高;土壤含水率在 0~10 cm 土层中 NT-T 处理最高,其他土层中均为 ST-T 处理显著高于其他处理;土壤微生物生物量碳、氮含量均表现为 ST-T 处理最高。不同的耕作方式下,土壤有机质、速效氮、含水率在秸秆还田方式下表现最高;而土壤微生物生物量碳氮含量无论在秸秆是否还田下,浅耕和深耕的方式均优于免耕。

关键词:耕作方式;秸秆还田;不同耕层;土壤养分;微生物生物量碳;微生物生物量氮

合理的耕作方式和秸秆还田是农业生产中重要的技术措施,也是确保农业可持续发展的有效措施和途径之一^[1]。耕作方式能够改变土壤表层的结构性,从而影响土壤养分;秸秆还田是实现农业生态系统资源充分利用的一种重要手段,它对保持土壤肥力的良性循环、促进农业的可持续发展具有重要意义^[2]。

我国主要的耕作方式为免耕、浅耕、深耕(翻耕)。相关研究表明不同耕作方式对土壤容重、孔隙度和含水量、pH、碳、氮养分含量及土壤微生物的影响差异显著^[3-5]。秸秆还田主要为秸秆覆盖还田的方式,有研究表明,小麦秸秆直接还田后能够有效提高后季稻田土壤有机质和有效态氮、磷、钾的含量^[6-8]。但这种秸秆还田方式只改善了表层土壤,并未促进底土质量的提升。加之不合理的耕作方式、秸秆焚烧、化肥的过量施用、过度开垦,使得土壤结构变差、养分降低、土壤酸化,且频繁使用重型机械耕地会造成土壤压实,严重阻碍作物吸收土壤养分,进而影响作物产量。因此,亟需选取一套合理的耕作及秸秆还田模式来保护珍贵的黑土地^[9-11]。由于耕作和秸秆还田配合实施在我国推行开展的较晚,且目前得到的研究结果是在较短的时间获得的,不同地区试验地的土壤特性、环境温度、降雨情况等都不尽相同。近年来,一种秸秆深还田新模式(即秸秆深层还田技

术)逐渐发展成熟,不仅能够充分利用秸秆,还能培肥于土壤亚表层,全面改善土壤质量^[3,12-14]。Zheng 等^[15]在东北黑土地开展的研究发现秸秆深层还田可将土壤有机碳含量提高 27.47%。因此本研究通过在牡丹江地区开展长期的定位试验来监测实施不同耕作和秸秆还田方式土壤质量变化,探究土壤养分、微生物量碳和微生物量氮变化,反映特定区域内土壤肥力情况,为该地区采取适宜的耕作及秸秆还田方式,实现作物高产稳产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本试验于 2022 年 9 月至 2023 年 11 月在牡丹江市温春镇(44°60'N,129°58'E)的碳酸盐性草甸土上进行,该地区属于大陆性季风气候区,海拔高度 267.9 m,年均气温 6.1℃,年均降水量 700~800 mm,土壤含水量平均为 37.2%,有机质 33.28 g·kg⁻¹,全氮 1.51 g·kg⁻¹,全磷 0.71 g·kg⁻¹,全钾 2.53 g·kg⁻¹,pH7.63。

1.2 材料

玉米品种为当地适宜种植的品种绿单 4 号,播种量为 25 kg·hm⁻²,株距是 28 cm,行距 65 cm,种植密度为 5.5 万~6.0 万株·hm⁻²。氮肥选用尿素(N46%),磷肥选用磷酸氢二铵(N18%,P₂O₅ 46%),钾肥选用氯化钾(K₂O 60%)。

收稿日期:2024-03-15

基金项目:黑龙江省农业科技创新跨越工程农业基础数据监测项目(CX23JC01)。

第一作者:杨冰(1996—),女,硕士,研究实习员,从事微生物资源挖掘与利用研究。E-mail:1296773000@qq.com。

通信作者:张星哲(1965—),男,博士,副研究员,从事植物保护研究。E-mail:jxnczxx@163.com。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验共设6个处理,NT:免耕秸秆不还田;NT-T:免耕秸秆还田覆盖;ST:浅耕秸秆不还田,浅翻20 cm;ST-T:浅耕秸秆还田,浅翻20 cm;DT:深耕秸秆不还田,深翻35 cm;DT-T:深耕秸秆还田,深翻35 cm(表1)。各处理3次重复,小区面积为234 m²(40 m×9行×0.65 m),总计18个小区,共4 212 m²。采用裂区试验,前茬为玉米。小区试验全部采用常规施肥,玉米常规施肥中底肥尿素50 kg·hm⁻²、磷酸二铵200 kg·hm⁻²、氯化钾125 kg·hm⁻²,追肥尿素200 kg·hm⁻²。除耕作模式不同外,其他田间管理方式全部一致。

表1 不同耕作及秸秆还田试验处理设置

处理	秸秆还田量/%	耕作技术	施肥	除草	中耕	收获
NT	—	免耕	常规	人工	无	人工
NT-T	100	免耕	常规	人工	无	人工
ST	—	秋季翻耕20 cm	常规	正常	有	人工
ST-T	100	秋季翻耕20 cm	常规	正常	有	正常
DT	—	秋季翻耕35 cm	常规	正常	有	人工
DT-T	100	秋季翻耕35 cm	常规	正常	有	正常

试验于每年秋季进行秋整地,在作物收获后利用6B1404 约翰迪尔(六缸)拖拉机+灭茬机(1JH-350 型秸秆粉碎还田机),在联合收割机灭茬的基础上,继续将玉米根茬口和未粉碎的秸秆继续二次灭茬,将作物玉米秸秆粉碎5~10 cm,然后利用7M-2204 约翰迪尔拖拉机+德国雷肯液压五铧翻转犁(Europa18/5 型),将秸秆耕翻埋至20和35 cm 耕层中。免耕处理实行免耕下秸秆全量还田、不还田的方法,于2022年10月25日进行还田,中期结合追肥深松1次。翻耕、中耕、除草时间:分别2022年10月25日、2023年6月5日和2023年5月20日;试验期间不进行任何灌溉,所有处理年间间同一作物的施肥、品种及其他管理措施(耙地、旋地、起垄、播种镇压、除草和防病等)均相同。

1.3.2 测定项目及方法 于2023年10月25日进行采样。用土钻钻取各小区0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm 耕层的新鲜土样500 g,用四分法将土壤充分混匀,装入自封袋内,保存于4℃冰箱中待测。测定前除去土壤中可见植物残体、根系及动物残体,过20目筛。

于2023年12月9日采用重铬酸钾容量法-外加热法测定土壤有机质含量;采用凯氏法测定土壤全氮含量;采用氯化钾浸提法测定速效氮含量^[16]。采用电极法测定pH;采用烘干法测定含水率;采用氯仿熏蒸-K₂SO₄ 提取法测定微生物

生物量碳和微生物生物量氮^[17]。

1.3.3 数据分析 采用Excel 2010 和 SPSS 18.0 进行数据统计分析,采用单因素(ANOVA)和Duncan's 法进行方差分析,利用Origin 2019 软件作图。

2 结果与分析

2.1 长期不同耕作及秸秆还田方式对土壤养分的影响

2.1.1 土壤有机质 由图1可知,3种耕作方式下在0~10 cm耕层中,NT-T 处理土壤有机质含量最高,为17.9 g·kg⁻¹,且显著高于其他处理(P<0.05),NT-T 分别较DT-T、ST-T、DT、NT、ST增加了11.18%、11.88%、13.29%、14.74%和19.33%。可以看出,秸秆还田方式下有机质含量均高于秸秆离田,说明秸秆还田方式下进行不同耕作处理更有利于有机质的积累。

在10~20 cm 耕层中,DT 有机质含量最高,为16.3 g·kg⁻¹,NT 有机质含量最低,DT 较NT 有机质含量提高了15.6%,其中,NT-T、ST-T 处理有机质含量显著高于NT、ST,但DT 有机质含量显著高于DT-T,说明在免耕和浅耕方式下,秸秆还田更有利于有机质含量积累,而在深耕方式下,秸秆离田优于秸秆还田。

在20~30 cm 耕层中,ST-T 有机质含量为16.6 g·kg⁻¹,显著高于其他处理,说明在该耕层中,浅耕秸秆还田的耕作方式最有利于有机质的积累。

在30~40 cm 耕层中,DT、ST-T 的有机质含量较高,二者差异不显著,但与ST、DT-T、NT-T、NT 差异显著,DT 较ST、DT-T、NT-T、NT 分别提高了8.11%、15.11%、20.30%和23.08%,说明在30~40 cm 耕层中DT、ST-T 两种耕作方式有利于有机质的积累。

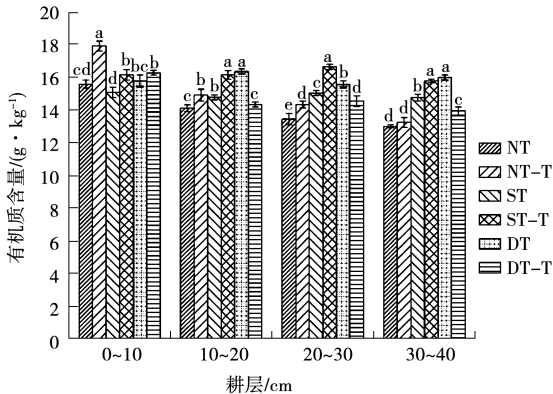


图1 不同耕作方式对土壤有机质含量的影响
注:不同小写字母表示同一土层深度不同处理间在P<0.05水平差异显著。下同。

2.1.2 土壤全氮 由图2可知,在0~10 cm耕层中,土壤全氮含量呈ST-T>ST>NT-T>NT>DT>DT-T的趋势,ST-T较ST、NT-T、NT、DT和DT-T增加了1.40%、8.21%、8.21%、14.17%和39.42%,ST-T与ST间差异不显著,ST-T与NT-T、NT、DT、DT-T存在显著差异。

在10~20 cm耕层中,土壤全氮含量呈DT>NT-T>ST>DT-T>ST-T>NT的趋势,DT和NT-T与其他各处理存在显著差异。

在20~30 cm耕层中,NT-T处理土壤全氮含量最高,各耕作方式下秸秆离田与秸秆还田之间差异显著,在免耕和深耕方式下秸秆还田,土壤全氮含量较高,而在浅耕的方式下,秸秆离田好于秸秆还田。

在30~40 cm耕层中,土壤全氮含量呈NT-T>ST>DT-T>NT>DT>ST-T的趋势,且秸秆离田与秸秆还田之间也存在显著差异,NT-T土壤全氮含量较ST-T提高了21.43%。从总体上看,随着耕层深度的增加,各耕作处理土壤全氮含量变化不大。

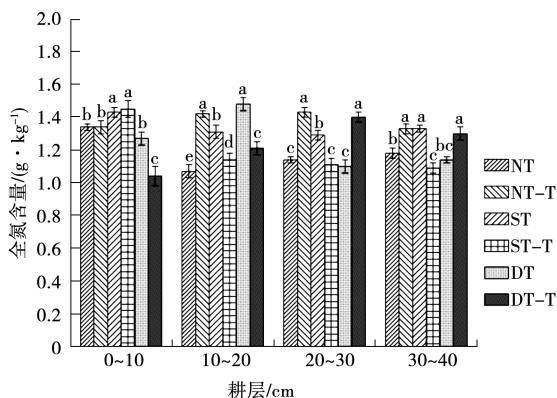


图2 不同耕作方式对土壤全氮含量的影响

2.1.3 土壤速效氮 由图3可知,0~10 cm耕层中,DT-T速效氮含量最高,其次是DT、NT、NT-T、ST-T、ST。

在10~20 cm耕层中,土壤速效氮含量呈现的趋势与0~10 cm耕层相同,但速效氮含量较0~10 cm下降,说明随着耕层深度的增加,土壤速效氮呈下降的趋势。

在20~30 cm耕层中,土壤速效氮含量大小依次为DT>NT>NT-T>ST-T>ST>DT-T,其中,免耕和深耕均在秸秆离田的耕作方式下,速效氮含量较高,NT、DT速效氮含量分别较NT-T、DT-T提高了5.63%和32.98%。

在30~40 cm耕层中,NT处理速效氮含量最高,为69.46 mg·kg⁻¹,较NT-T、ST、ST-T、DT、DT-T分别调高了18.49%、37.00%、7.44%、

3.58%和34.48%,各耕作方式速效氮变化趋势与20~30 cm耕层相似。

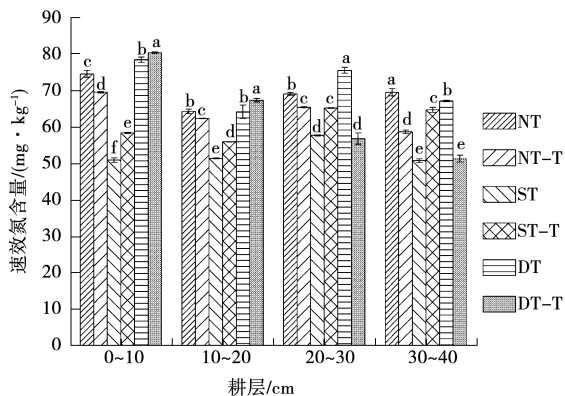


图3 不同耕作方式对土壤速效氮含量的影响

2.1.4 土壤pH 土壤pH是作物生长的重要指标之一,适宜的pH能提高作物对各种元素的利用,一般土壤pH在6.5~7.5之间。由图4可知,从总体上看,各耕层之间土壤pH变化不大。在0~10 cm耕层,各处理呈ST>ST-T>NT>DT>DT-T>NT-T的趋势,ST处理pH最高,为7.73,与ST-T处理差异不显著,与其他各处理存在显著差异,NT-T处理pH最低,为7.34。

在10~20 cm、20~30 cm和30~40 cm耕层中pH最高的也为ST处理,说明ST处理在一定程度上能使土壤pH升高,但较高的pH不利于作物生长,因此,应根据实际情况选择合理的耕作方式。

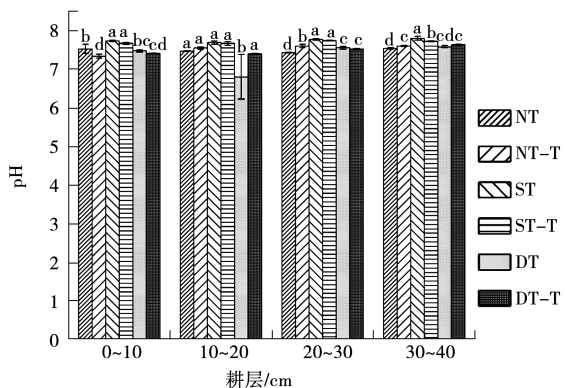


图4 不同耕作方式对土壤pH的影响

2.1.5 土壤含水率 由图5可知,随着土壤耕层深度的增加,土壤含水率呈逐渐上升的趋势。在土壤0~10 cm耕层,土壤含水率大小为NT-T>ST-T>DT>ST>DT-T>NT,ST-T与NT间差异显著,ST-T相较于NT处理增长了12.71%;在土壤10~20 cm耕层,ST-T>DT-T>ST>DT>NT-T>NT,ST-T与NT之间也存在显著差异;在20~30 cm耕层,各处理土壤含水量表现为ST-T>DT>NT-T>DT-T>NT>ST,ST-T与

NT 间差异显著,含水量提高了 6.3%;在 30~40 cm 耕层,含水量大小表现为 ST-T>DT-T>ST>NT-T>DT>NT,ST-T 较 NT 提高了 13.38%。由此可以看出,采取秸秆还田浅耕处理后土壤能储存较多水分,该土壤层也是作物生长的主要区域,可以持续吸收水分促使作物的成熟。

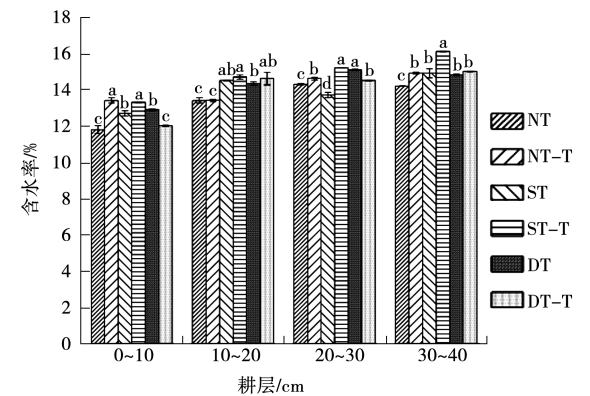


图 5 不同耕作方式对土壤含水量的影响

2.2 长期不同耕作还田方式对土壤微生物生物量碳氮的影响

土壤微生物是衡量土壤质量状况的重要指标,土壤微生物的种类数量与有机质分解、矿质元素转换有直接关系,进而影响了作物对营养元素的吸收利用,耕作方式不仅导致土壤理化指标及生物学指标发生改变,也会使土壤微生物群落组成发生改变,并且使耕作方式的响应速度加快。由表 2 可知,在 0~10 cm、10~20 cm 耕层中,ST-T 处理微生物生物量碳含量最高,DT 处理微生物生物量氮最高,且与其他处理存在显著差异。在 20~30 cm、30~40 cm 耕层中,DT-T 处理微生物生物量碳最高,ST 处理微生物量氮最高,说明浅耕还田和深耕还田能在一定程度上提高微生物生物量碳,深耕秸秆离田和浅耕离田能提高微生物生物量氮进而提高土壤质量,这些结果表明浅耕和深耕的方式在提高土壤微生物生物量碳氮上要显著优于免耕的耕作方式。

表 2 不同耕作方式对土壤微生物生物量碳氮含量的影响

耕层深度/ cm	处理	微生物生物量碳/ (mg·g ⁻¹)	微生物生物量氮/ (μg·g ⁻¹)	耕层深度/ cm	处理	微生物生物量碳/ (mg·g ⁻¹)	微生物生物量氮/ (μg·g ⁻¹)
0~10	NT	0.04±0.010 c	4.2±0.050 d	20~30	NT	0.03±0.010 c	4.5±0.056 b
	NT-T	0.23±0.010 b	4.3±0.021 d		NT-T	0.13±0.060 b	2.1±0.046 f
	ST	0.04±0.016 c	6.5±0.080 b		ST	0.02±0.100 c	6.7±0.036 a
	ST-T	0.38±0.012 a	4.6±0.070 c		ST-T	0.13±0.020 b	3.9±0.035 c
	DT	0.21±0.100 b	10.6±0.035 a		DT	0.11±0.010 b	3.6±0.056 e
	DT-T	0.21±0.120 b	3.2±0.050 e		DT-T	0.23±0.050 a	3.8±0.037 d
10~20	NT	0.03±0.011 d	4.7±0.044 c	30~40	NT	0.13±0.010 d	4.1±0.070 c
	NT-T	0.02±0.002 d	2.7±0.072 f		NT-T	0.06±0.012 e	3.4±0.180 d
	ST	0.15±0.010 b	6.8±0.040 b		ST	0.19±0.040 c	6.4±0.080 a
	ST-T	0.33±0.010 a	3.6±0.070 e		ST-T	0.26±0.013 b	4.9±0.140 b
	DT	0.07±0.021 c	7.3±0.046 a		NT	0.12±0.016 d	4.0±0.510 c
	DT-T	0.14±0.010 b	4.1±0.040 d		DT-T	0.32±0.010 a	3.0±0.140 d

注:不同小写字母表示在同一土层深度不同处理间在 P<0.05 水平差异显著。

3 讨论

本研究结果表明在 0~10 cm 耕层中 NT-T 的有机质含量显著高于浅耕和深耕处理,而随着耕层深度的增加,DT 和 ST-T 处理有机质含量达到最高,与李玉梅等^[18]的研究一致,这可能是由于在土壤表层翻耕会造成土壤结构改变,从而降低表层养分,因此表层中 NT-T 的处理有机质较高,而秸秆还田后由于连续翻耕,秸秆可以深入中层和深层土体,导致有机碳含量增加。张素瑜等^[19]指出,秸秆翻耕还田相较秸秆还田在土壤中腐解速度更快,在提高土壤养分含量方面作用更为显著。本研究得出浅耕、深翻配合秸秆还田对土壤

全氮含量提高也较为显著;大多数研究显示深耕可以提高 15~40 cm 耕层有机质、全氮、速效氮、速效磷和速效钾含量^[14,20-23],这与本研究结果大致相同。不同耕作方式对土壤物理性状影响不同,平翠枝等^[24]研究表明深松耕作可以有效降低土壤容重,提高土壤含水量,促进土壤渗透能力,而本研究中得出浅耕秸秆还田的耕作方式含水量较高,这可能是由于秸秆还田会使土壤表层水分蒸发减少,浅耕有利于水分保持,因此保水效果明显^[25]。本研究中免耕、深耕处理 pH 均低于浅耕处理,是因为浅耕的耕作方式促进土壤团粒结构的形成,使土壤微生物活动更加频繁,提高微生物

群落多样性,进而使得土壤 pH 发生变化,这种耕作方式可以改善土壤酸化现象;浅耕和深耕的方式能显著提高微生物生物量碳氮含量,这与李晓莎等^[26]的研究结果相似。程教擘等^[27]研究也表明少耕耕作措施增加了土壤微生物生物量,免耕条件下微生物多样性指数、优势度指数和丰富度指数比翻耕和旋耕均显著下降。这些结果均表明浅耕、深耕两种耕作方式可以使下部耕层土壤结构发生改变,创造出适宜微生物生长繁殖的土壤环境,使土壤耕层的微生物数量增加,进而提高土壤中微生物生物量碳氮含量。

4 结论

土壤有机质含量最高的处理在(0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm)耕层中表现依次为 NT-T、DT、ST-T 和 DT;全氮含量最高的处理各耕层依次为 ST-T、DT、NT-T 和 NT-T;速效氮含量最高处理依次为 DT-T、DT-T、DT 和 NT;土壤 pH 各耕层均为 ST 处理最高;土壤含水量在 0~10 cm 土层中 NT-T 处理最高,其他土层中均为 ST-T 处理显著高于其他处理。

不同的耕作与秸秆还田方式下,土壤微生物生物量碳氮存在显著差异,在 0~10 cm、10~20 cm 耕层中,微生物生物量碳氮含量最高的分别是 ST-T 和 DT;在 20~30 cm、30~40 cm 耕层中,微生物生物量碳氮含量最高的为 DT-T 和 ST,从总体上看,无论秸秆是否还田,浅耕和深耕的方式在提高土壤微生物生物量碳氮含量上要优于免耕。

参考文献:

- [1] 曹雪枫,王丽群,王鸿斌.不同耕作方式对黑土化学性质及酶活性的影响[J/OL].吉林农业大学学报,1-12(2022-11-15)[2024-01-29].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/22.1100.s.20221114.0953.002.html>.
- [2] 潘孝晨,唐海明,肖小平,等.不同土壤耕作方式下稻田土壤生物多样性研究进展[J].中国农学通报,2019,35(23):51-57.
- [3] 王玉玲,李军.利于小麦—玉米轮作田土壤理化性状和作物产量的耕作方式研究[J].植物营养与肥料学报,2014,20(5):1139-1150.
- [4] 李玉梅,王晓轶,王根林,等.不同耕法及秸秆还田对土壤水分运移变化的影响[J].水土保持通报,2019,39(5):40-45,53.
- [5] ALLETT L, COQUET Y, BENOIT P, et al. Tillage management effects on pesticide fate in soils. A review[J]. Agronomy for Sustainable Development, 2010, 30(2): 367-400.
- [6] 赵竑维,赵阳,徐小牛.不同土地利用对土壤有机碳储量及土壤呼吸的影响[J].生态学报,2012,31(7):1738-1744.
- [7] 杨永辉,武继承,丁晋利,等.长期免耕对不同土层土壤结构与有机碳分布的影响[J].农业机械学报,2017,48(9):173-182.
- [8] 王永慧,轩清霞,王丽丽,等.不同耕作方式对土壤有机碳矿

- 化及酶活性影响研究[J].土壤通报,2020,51(4):876-884.
- [9] 闫洪奎,王欣然.长期定位试验下秸秆还田配套深松对土壤性状及玉米产量的影响[J].华北农学报,2017,32(S1):250-255.
- [10] 金雪菲,胡博宇.不同耕作方式对大豆生长和土壤理化性质的影响[J].农业工程技术,2023,43(28):43-44.
- [11] 徐莹莹,靳晓燕,庞爱国,等.土壤性状和玉米生长对不同耕作方式的响应[J].农机化研究,2022,44(11):11-18.
- [12] 李濛池,杨玉荣,黄修梅,等.不同耕作方式与秸秆还田对黑土地影响的研究进展[J].分子植物育种,2024,22(4):1251-1258.
- [13] 吕开源,周立萍,康建宏,等.不同耕作方式下玉米秸秆还田对土壤真菌群落的影响[J].中国土壤与肥料,2022(8):112-122.
- [14] 王成己,潘根兴,田有国.保护性耕作下农田表土有机碳含量变化特征分析:基于中国农业生态系统长期试验资料[J].农业环境科学学报,2009,28(12):2464-2475.
- [15] ZHENG S, DOU S, DUAN H M, et al. Fluorescence spectroscopy and ¹³C NMR spectroscopy characteristics of HA in black soil at different corn straw returning modes [J]. International Journal of Analytical Chemistry, 2021, 2021: 9940116.
- [16] 孟祥海,王佰成,张星哲,等.不同处理方式食用菌菌渣微生物多样性鉴定及其环境因子关联分析[J].中国土壤与肥料,2023(4):200-209.
- [17] 杨铭,贾利元,王红军.轮耕模式与秸秆还田量对土壤碳氮及相关酶活性变化的影响[J].山东农业科学,2023,55(12):119-126.
- [18] 李玉梅,王根林,孟祥海,等.秸秆还田方式对旱地草甸土活性有机碳组分的影响[J].农业资源与环境学报,2021,38(2):268-276.
- [19] 张素瑜,王和洲,杨明达,等.水分与玉米秸秆还田对小麦根系生长和水分利用效率的影响[J].中国农业科学,2016,49(13):2484-2496.
- [20] HEWINS D B, SINSABAUGH R L, ARCHER S R, et al. Soil-litter mixing and microbial activity mediate decomposition and soil aggregate formation in a sandy shrub-invaded Chihuahuan Desert grassland[J]. Plant Ecology, 2017, 218(4): 459-474.
- [21] 饶越悦,周顺利,黄毅,等.秸秆富集深层还田对农田土壤质量影响的研究进展[J].中国生态农业学报(中英文),2023,31(10):1579-1587.
- [22] NIU L G, HAO J M, ZHANG B Z, et al. Influences of long-term fertilizer and tillage management on soil fertility of the North China Plain[J]. Pedosphere, 2011, 21(6): 813-820.
- [23] 赵亚丽,郭海斌,薛志伟,等.耕作方式与秸秆还田对土壤微生物数量、酶活性及作物产量的影响[J].应用生态学报,2015,26(6):1785-1792.
- [24] 平翠枝,红梅,王文东,等.不同耕作方式对黑土区农田土壤物理特性的影响[J].中国农学通报,2020,36(7):83-89.
- [25] 董建新,丛萍,刘娜,等.秸秆深还对黑土亚耕层土壤物理性状及团聚体分布特征的影响[J].土壤学报,2021,58(4):921-934.
- [26] 李晓莎,武宁,刘玲,等.不同秸秆还田和耕作方式对夏玉米农田土壤呼吸及微生物活性的影响[J].应用生态学报,2015,26(6):1765-1771.
- [27] 程教擘,陈力力,李梦丹,等.不同耕作方式对稻田土壤微生物的影响[J].湖南农业科学,2017(8):8-10.



黄镇,张卓毅,蓝碧浩,等.施用猪场肥水对玉米农艺性状、产量及土壤化学性质和重金属含量的影响[J].黑龙江农业科学,2024(7):29-35.

施用猪场肥水对玉米农艺性状、产量及土壤化学性质和重金属含量的影响

黄 镇,张卓毅,蓝碧浩,张建森,王 倩,陈宜军
(北京市畜牧总站,北京 100107)

摘要:为有效解决猪场肥水排放所引发的环境问题,将猪场肥水作为追肥施用于农田,通过田间小区试验分析不同猪场肥水施用量(按氮素计)下玉米农艺性状、产量、土壤化学性质和重金属含量的变化,研究猪场肥水替代矿物氮肥还田利用效果与最适宜施用量。试验设计 4 个处理,对照组(CK)[施用 1 倍氮需求量的化肥(氮施用量 $153.1 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)];处理 1(T1)[施用 1 倍氮需求量的肥水(氮施用量 $153.1 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)];处理 2(T2)[施用 1.2 倍氮需求量的肥水(氮施用量 $183.7 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)];处理 3(T3)[施用 1.5 倍氮需求量的肥水(氮施用量 $229.7 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)];处理 4(T4)[施用 2 倍氮需求量的肥水(氮施用量 $306.2 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)]。结果表明,相较于对照组(CK),T3、T4 组玉米在穗轴粗、行粒数、百粒重指标上显著增加($P < 0.05$),T3 组最高,为 50.23 mm、38.21 粒和 37.18 g;T3 处理组产量为 $9\,628.88 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,比对照组提升 4.63%,增产效果显著($P < 0.05$)。施用猪场肥水显著提升了土壤中有机质含量和全氮含量($P < 0.05$),处理组有机质含量在 $17.50 \sim 18.11 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,全氮含量在 $1.02 \sim 1.54 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$;与种植前相比,土壤中有机质含量提升 3.16%~6.77%,全氮含量 T3 和 T4 提升 13.74%~33.57%;各处理组土壤重金属含量差异不显著,且均未超出农用地土壤污染风险管控标准规定的限值。综合分析认为,当猪场肥水施用量(按氮素总量计)为需求量 1.5 倍时效果最好。

关键词:猪场肥水;玉米;产量;土壤;重金属

我国规模化畜禽养殖业的快速发展,为保障我国肉蛋奶供给做出了重大贡献的同时,畜禽规模化养殖过程产生大量畜禽粪污,全国每年产生畜禽粪污总量达到近 40 亿 $\text{t}^{[1]}$,给周边环境造成

收稿日期:2024-03-22

基金项目:综合保障项目-畜禽养殖污染治理技术测试与分析(11000024Y000002690526)。

第一作者:黄镇(1990—),男,硕士,高级农艺师,从事畜禽养殖环境监测与污染治理研究。E-mail:jameshuang3908@sina.com。

Effects of Different Tillage and Straw Returning Methods on Soil Nutrients and Microbial Biomass Carbon and Nitrogen

YANG Bing, MENG Xianghai, WANG Baicheng, WANG Wenhui, SHI Xinrui, XU Dehai, ZHANG Shuai, ZHANG Xingzhe

(Mudanjiang Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Mudanjiang 157020, China)

Abstract: In order to promote stable and increased crop yields, field positioning experiments were conducted to study the changes in nutrients, microbial biomass carbon, and microbial biomass nitrogen in soil profiles (0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm, 30–40 cm) of black soil areas under different tillage methods [no tillage (NT), shallow tillage (ST), deep tillage (DT)] and straw return (straw return, straw removal). The results showed that there were significant differences in soil physical and chemical properties among different cultivation methods. The treatment with the highest soil organic matter content in each cultivation layer was NT-T, DT, ST-T, DT in sequence; The treatment with the highest total nitrogen content was ST-T, DT, NT-T, and NT-T in sequence; The treatments with the highest content of available nitrogen were DT-T, DT-T, DT, and NT in sequence; The soil pH was highest in all cultivation layers under ST treatment; The soil moisture content of NT-T treatment in 0–10 cm soil profiles was highest, and in other soil profiles under ST-T treatment was significantly higher than other treatments; Soil microbial biomass carbon and microbial biomass nitrogen, with ST-T treatment being the highest. Under different cultivation methods, soil organic matter, available nitrogen, and moisture content showed the highest performance under straw returning method; Regardless of whether straw is returned to the field or not, both shallow and deep tillage methods are superior to no tillage in terms of soil biomass carbon and nitrogen.

Keywords: cultivation methods; straw returning; different cultivation layers; soil nutrients; microbial biomass carbon and nitrogen