

杨凌旱区土壤肥力调查及对夏玉米产量的影响

常嘉乐,银永安*,王建斌,王子量,韩 廿,张思怡

(杨凌数字农业科技有限公司,陕西省杨陵区,712100)

摘要 为探究不同农艺措施模式对耕地土壤养分含量、理化性质及所种植作物平均产量的影响,指导玉米大田种植,本研究设计了不同的农艺措施模式,并对这些模式下的耕地土壤进行养分含量、酸碱度、重金属含量等测定,结合不同模式下玉米平均产量,初步得出以下结论:合适的农艺措施可以改善土壤养分条件,有效增加所种植作物的平均产量。

关键词 玉米;土壤肥力;产量;杨凌旱区

中图分类号:S513 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2026)06-0001-03

全球人口的持续增长导致粮食需求增加,使粮食生产面临更大的挑战^[1]。我国要以全球百分之七的耕地面积,养育世界近百分之二十的人口^[2]。因此,需要采用更有效的方式利用和保护土壤资源,进而维持中国庞大人口的粮食安全。土壤是农业生产最基本的生产资料,其质量对农田生产力起着决定性作用^[3]。然而全球约有三分之一的土壤因管理不当而发生退化^[4],农业耕作引起的土壤养分变化和其它形式的土壤退化严重威胁土壤供肥能力和作物产量^[5]。合理的土壤管理实践可以保护土壤健康并维持作物产量^[6],因此,优化农田栽培管理措施以改善耕地理化性质和养分条件,对于实现农田高效生产以及可持续生产至关重要。陕西关中地区作为我国的主要灌溉农业区之一,同时也是我国重要的粮食生产基地。关中地区的主要种植模式为夏玉米冬小麦种植,这种种植模式作为我国北方旱区的主要种植模式,十分具有代表性。因此,本研究于陕西关中地区开展,将种植密度、养分管理、耕作措施等技术进行组合,分析综合农艺措施对旱

区耕地土壤理化性质、养分指标,以及夏玉米产量的影响。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验站设在陕西省咸阳市杨陵区石家村以南旱区数智化农业综合技术示范园区内,土壤类型为褐土,肥力中等。

1.2 试验方法

供试玉米品种为陕单650,设置基础地力模式(不施肥,CK)、农户模式(农户常规生产方式,FP)、地力提升模式(在FP的基础上增施有机肥,FI)、单产提升模式(在FP基础上优化种植密度,HH)、肥药双减模式(在FP基础上适当减少化肥、农药施用,FR)五种不同的农艺措施模式。以播种密度4 500株/亩进行播种,行距60cm,株距25cm,不设重复播种,其余田间管理措施同一般大田。

1.3 测定项目

本研究的测定项目包括各试验区域的土壤养分指标(有机质、全氮、有效磷、速效钾)土壤pH、土壤重金属含量(镉、铬、汞、铅、砷)。同时,在播种玉米成熟后适时收获并进行测产。土壤相关指标由深圳丰农控股数智丰农研究院进行测定,土壤pH根据土壤pH测定国家标准(NY/T 1377-2007)进行检测,土壤有机质含量根据土壤有机质含量测定国家标准(NY/T 85-1988)进行检测,土壤全氮、有效磷含量根据土壤检测国家标准(NY/T 1121-2014)进行检测,土壤速效钾含量根据土壤速效钾和缓效钾含量测定国家标准(NY/T 889-2004)进行检测,土

基金项目:国家重点研发计划项目(2021YFD1900703);陕西省引进省级高层次人才专项。

作者简介:常嘉乐(1997~),女,陕西西安人,硕士,工程师,研究方向:粮食作物相关研究。

通讯作者:银永安(1983~),男,陕西渭南人,博士,研究员,研究方向:粮食作物数字农业研究。

壤镉(Cd)、铅(Pb)含量根据土壤铅、镉含量测定国家标准(GB/T 17141-1997)进行检测,土壤铬(Cr)含量根据土壤和沉积物含量测定国家标准(HJ 491-2019)进行检测,土壤汞(Hg)、砷(As)含量根据土壤总汞、总砷、总铅含量测定国家标准(GB/T 22105-2008)进行检测。

2 结果与分析

2.1 不同试验区域土壤养分指标对比

不同试验区域主要土壤养分指标的测定结果如图1所示,其展示了不同农艺措施下耕地土壤中全氮、有效磷、速效钾,以及土壤有机质的含量。由图中可以看出,土壤有机质含量在不同试验区域间具有一定的变化,基础地力模式显著低于其余四种农艺模式,平均偏低34.98%;不同农艺模式之间相比,单产提升模式(HH)平均低于其余三种农艺模式23.56%,其余三种农艺模式间无显著差异。分析该结果,适量施用化肥会增强土壤的激发效应,促进土壤微生物对土壤内植物难以利用的有机质进行分解,使之成为农作物易于利用的有机质类型。单产提升模式下,由于增大了其播种密度,土壤内养分消耗更大,故有机质含量较其余三种模式有所偏低。

观察图中全N、有效P、速效K的含量差异可以看出,全N、速效K的变化趋势与有机质含量的变化趋势类似,适量施用化肥均可以提升土壤内这两种养分的含量,而在单产提升模式下,由于高密度种植,其养分含量有所降低。使用化肥同样可以提高土壤内的有效P含量,平均较CK模式提高64.74%;而在四种农艺措施模式之前,单产提升模式与肥药双减模式的有效P含量均显著低于其余两种模式,可能是由于肥药双减模式下化肥施用量偏低,故其土壤激发效应弱于其余模式,这导致了有效P含量的偏低。

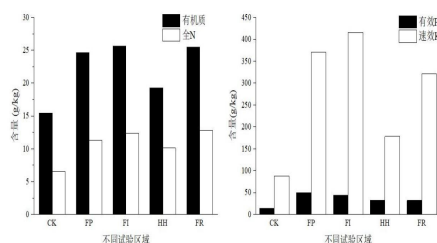


图1 不同试验区域土壤主要养分指标含量对比

2.2 各区域土壤pH、重金属元素含量对比

不同试验区域土壤pH、重金属含量的测定结果如表1所示,其展示了不同农艺措施下耕地土壤中pH以及五种重金属(Cd、Cr、Hg、Pb、As)含量的差异。由表中数据可以看出,四种农艺措施模式对土壤pH并无显著影响。对比各种重金属含量,4种农艺措施模式的镉含量显著低于未施肥模式,说明适当使用化肥农药有助于固定土壤内的镉,减小其对农作物的毒害作用。对于其他四种重金属而言,4种农艺措施会显著增大土壤内铬、汞、砷含量,对于铅则无显著影响。横向比较不同农艺措施模式,土壤pH值及五种重金属元素的含量均无显著差异,这表明常规农艺措施不会造成较大程度的土壤理化性质变化,对土壤内各类金属元素的形态也无明显影响。

表1 不同试验区域土壤pH、重金属含量对比

试验区域	pH	Cd	Cr	Hg	Pb	As
CK	8.21	0.21	54.5	0.086	14.60	7.86
FP	8.07	0.11	72.0	0.220	16.20	10.8
FI	8.21	0.11	75.0	0.168	18.30	10.60
HH	8.12	0.11	74.0	0.169	19.60	11.60
FR	8.40	0.12	66.0	0.169	15.30	11.60

2.3 各区域夏播玉米产量对比

不同试验区域夏播玉米产量对比情况如图2所示。与基础地力模式相比,除单产提升模式以外,其余三种农艺措施模式平均产量达到385.6kg/亩,增产达到7.2%。对比三种农艺措施模式,肥药双减模式下夏播玉米平均亩产略低于其余两种模式,但并不显著。由此可以看出,合理的农艺措施可以有效提升玉米平均产量。同时,适当减少化肥、农药施用并不影响玉米的产量,这说明常规农艺措施下的施肥量大于玉米生长所需的营养,适当减少肥料、农药施用可以通过降本增效的手段,增加种植利润。本研究仅开展了试验性种植模式,具体施肥量及施肥措施、施肥方法仍需进一步探究。

观察单产提升模式下的平均产量,其玉米平均亩产可达到695kg/亩,较其余三种农艺措施模式平均增产达44.5%,这是由于增大其播种密度而导致的。常规施肥手段下,耕地土壤的肥力大于玉米种植所需的全部营养,故适当增加种植密度可以更加充分地利用多余的土壤肥力。土壤肥力过剩的现象广泛存在于我国旱地农业种植当中,增加种植密

度是一种有效的增产增效手段。在增加种植密度时,还需要考虑品种、光照、降水、灌溉等条件对植株密度的限制,后续研究将继续围绕这些因素开展试验。

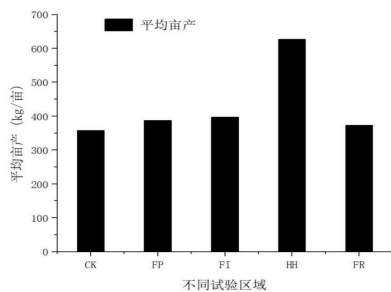


图2 不同试验区域夏玉米平均亩产对比

3 讨论

本研究通过玉米基础地力模式、农户模式、地力提升模式、单产提升模式、肥药双减模式这五种不同的农艺措施进行试验。对不同试验区域主要土壤养分指标对比发现,适量施用化肥会增强土壤的激发效应,促进土壤微生物对土壤内植物难以利用的有机质进行分解,使之成为农作物易于利用的有机质类型。银永安等在膜下滴灌玉米施用微生物菌肥降本增效试验论文结论反映,微生物菌肥能快速分解土壤中的有机质,有利于作物对有机肥和化肥的吸收利用^[7]。这与本文研究的结论一致,表明微生物菌肥在活化土壤、促进肥料利用的重要性。对不同试验区域土壤pH、重金属含量的测定结果对比发现,适当使用化肥农药有助于固定土壤内的镉,减小其对农作物的毒害作用,这与周宝元等研究结论一致^[8]。对不同试验区域夏播玉米产量对比发现,适当减少化肥、农药施用并不影响玉米的产量,这与范虹等研究结论相近^[9]。说明常规农艺措施下的施肥量大于玉米生长所需的营养,适当减少肥料、农药施用可以通过降本增效的手段,增加种植利润。

4 结论

在旱区耕地极其有限的前提下,通过提升耕地

土壤肥力、增加作物种植密度等手段,可以有效增加农业种植利润。本试验通过设计不同的农艺措施,在不同农艺措施模式下对耕地土壤养分含量及理化性质进行检测,同时结合对所种植玉米的产量测定,分析得到了不同农艺措施对耕地土壤养分含量、理化性质及所种植作物产量的影响。并由此得出结论:合适的农艺措施可以改善土壤养分条件,有效增加所种植作物的平均产量,这对于大田生产具有指导性意义。

参考文献

- [1] 胡彩霞.2022.我国粮食综合生产能力影响因素及提升路径研究[D].四川大学.
- [2] 张凡凡.2019.我国粮食生产效率及其空间影响研究[D].贵州大学.
- [3] 陈宇,周悟,胡月明,谢健文.2021.耕地质量评价缺失数据填充方法研究[J].农业资源与环境学报,38(06):1132-1141.
- [4] 李艳芳.2019.地球在告急[J].可持续发展经济导刊,(Z1):54-56.
- [5] Yang WJ, Li YL, Liu WJ, Wang SW, Yin LN, Deng XP. 2021. Sustainable high yields can be achieved in drylands on the Loess Plateau by changing water use patterns through integrated agronomic management [J]. Agricultural and Forest Meteorology, 296: 108-110.
- [6] Xiao L, Huang YM, Zhao JF, Zhou JY, Abbas F. 2021. Effects of planting structure on soil water-stable aggregates, microbial biomass and enzyme activity in a catchment of Loess Plateau terraces[J]. Applied Soil Ecology, 159:103-109.
- [7] 银永安,马俊琪,韩甘.2025.膜下滴灌玉米施用微生物菌肥降本增效试验[J].大麦与谷类科学,42(5):47-51,56.
- [8] 周宝元,孙雪芳,丁在松.2017.土壤耕作和施肥方式对夏玉米干物质积累与产量的影响[J].中国农业科学,2017,50(11):2129-2140.
- [9] 范虹,殷文,胡发龙,樊志龙,赵财.2024.绿洲灌区密植对氮肥减量玉米产量的补偿潜力[J].中国农业科学,57(9):1709-1721.