

廖 恒,况胜剑,张 钦,等. 贵州黄壤区连续翻压绿肥配合化肥减量对玉米生长、养分积累和产量的影响[J]. 江苏农业科学,2024,52(2):98–104.
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2024.02.014

贵州黄壤区连续翻压绿肥配合化肥减量对玉米生长、养分积累和产量的影响

廖 恒,况胜剑,张 钦,张爱华,秦 松,姚单君,崔宏浩

(贵州省农业科学院土壤肥料研究所/农业资源与环境研究所,贵州贵阳 550006)

摘要:通过连续翻压绿肥配合化肥减量开展大田试验,探究其对玉米养分积累、生长状况、玉米产量的影响,以期为实现绿肥综合利用技术在贵州黄壤上的高效利用提供理论依据。试验设 6 个处理:不翻压绿肥、不施化肥(A1);100% 化肥(A2);绿肥+100% 化肥(A3);绿肥+85% 化肥(A4);绿肥+70% 化肥(A5);绿肥+55% 化肥(A6)。每个处理设置 3 个重复。结果表明,贵州黄壤区化肥减施配合翻压绿肥在玉米生产中有效可促进玉米生长发育,提高玉米产量,改善玉米籽粒的养分状况。其中,第 1 年翻压绿肥配合化肥减量处理(A2~A6)与 A1 处理相比,拔节期玉米叶、茎钾素含量分别提高 46.68%~115.04%、153.11%~298.19%,抽穗期玉米叶、茎钾素含量分别提高 53.36%~86.89%、24.49%~47.56%,成熟期玉米叶、茎钾素含量分别提高 116.70%~206.13%、47.41%~130.01%;翻压绿肥配合化肥减量处理 A2~A6 可显著提高玉米单株茎叶干质量、单株玉米棒干质量以及玉米籽粒产量。第 1 年,与对照处理 A1 相比,A2~A6 处理玉米单株茎叶干质量,A3、A5 处理单株玉米棒干质量差异显著($P<0.05$),分别提高 32.71%~66.58%、17.88%~21.05%;第 1 年,与对照处理 A1 相比,A3 处理玉米籽粒氮含量,A3~A5 处理玉米籽粒钾含量,A3~A6 玉米籽粒蛋白质含量差异显著($P<0.05$),分别提高 27.59%、13.79%~17.24%、28.41%~33.91%。总体看来 A4(绿肥翻压+85% 化肥)处理整体表现最好,为试验最优处理。

关键词:贵州;黄壤;玉米;绿肥;化肥减量;养分;产量

中图分类号:S513.06 **文献标志码:**A **文章编号:**1002–1302(2024)02–0098–06

贵州省接近 1/2 的土壤类型为黄壤^[1],土壤肥力偏低,保肥能力差,很容易造成养分流失等现象的发生,最终导致肥料利用率偏低^[2]。施绿肥作为我国传统培肥地力的措施,通过种植翻压可有效提高土壤有机投入,调节土壤碳氮比,改善土壤微生物环境^[3–6];激活土壤速效养分,促进有机无机协同,提高肥料利用率,提高土壤养分^[7–10]。化肥减量、有机提升是我国乡村振兴战略的重要举措,对绿色低碳化的农业农村产业发展具有重要推动作用。粮食安全是“国之大者”,事关国家根基。积极推动粮油作物的高效生产,离不开科学高效的生产

技术。利用绿肥生态、高效、轻简化的生产特点,针对贵州黄壤区土壤养分特点,因地制宜开发玉米绿肥高效利用技术,对推动粮食安全具有重要影响。研究表明,翻压绿肥可有效促进玉米养分吸收与积累^[11–13],促进玉米生长发育^[14–16],提高玉米产量^[17–20],但针对贵州喀斯特黄壤地区相关研究较少。为推动贵州特殊环境下玉米绿肥高效利用技术的开发与运用,推动贵州粮食作物安全、高效生产,本研究通过开展大田试验,研究连续 2 年化肥减施量配合绿肥翻压对玉米养分积累、生长状况、玉米产量的影响,在保证玉米增产、农民增收的前提下,筛选出适宜贵州黄壤区种植玉米绿肥高效利用方案,以期为实现绿肥综合利用技术在贵州黄壤上的高效利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

玉米定位试验于 2018 年 5 月至 2019 年 10 月在贵州省毕节地区织金县茶店乡大营村进行,连续 2 年玉米开展绿肥翻压配合化肥减量试验。试验地

收稿日期:2023–03–07

项目来源:贵州省科技支撑计划(编号:黔科合支撑[2020]4Y100号);贵州省农业科学院学术新苗培养及创新探索专项项目培育计划(编号:黔科合平台人才[2018]5768–06);国家绿肥产业技术体系建设专项(编号:CARS–22)。

作者简介:廖 恒(1993—),男,贵州印江人,硕士,助理研究员,主要从事植物营养与农业生态研究。E-mail:897379905@qq.com。

通信作者:姚单君,硕士,助理研究员,主要从事土壤肥料与农业生态研究。E-mail:y_danjun@163.com。

位于茶店乡西北面,海拔 1 263.47 m,105.742 609°E, 26.895 468° N, 年均气温 13.91 ℃, 降水量 1 194 mm;隔六冲河与大方县、黔西县相望,紧邻贵州第一人工淡水湖——吱嘎阿鲁湖,耕地面积 125.47 hm²。供试土壤为黄壤,土壤耕层基本理化性质见表 1。

表 1 土壤基本理化性质

| 有机质含量 (g/kg) | 全氮含量 (g/kg) | 碱解氮含量 (mg/kg) | 全磷含量 (g/kg) | 有效磷含量 (mg/kg) | 全钾含量 (g/kg) | 有效钾含量 (mg/kg) | pH 值 |
|-----------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|------|
| 22.26 | 1.46 | 102.67 | 0.56 | 5.3 | 11.18 | 138.33 | 5.59 |

1.2 试验材料

供试玉米品种为安单 4 号,属于中熟平展型品种,春播、夏播均可;供试绿肥品种为光叶苕子;供试肥料:普通尿素(N 含量为 46.7%)、过磷酸钙(P₂O₅ 含量为 12%)和氯化钾(K₂O 含量为 60%)。

1.3 试验设计

试验设 6 个处理:不翻压绿肥、不施化肥(A1);100% 化肥(A2);绿肥+100% 化肥(A3);绿肥+85% 化肥(A4);绿肥+70% 化肥(A5);绿肥+55% 化肥(A6)。每个处理设置 3 个重复,绿肥用量:

1 500 kg/hm²。肥料用量:N 180 kg/hm²、P₂O₅ 120 kg/hm²、K₂O 120 kg/hm²。每年 9 月中旬进行光叶苕子撒播,播种量 45 kg/hm²。来年 4 月上旬进行绿肥翻压、整地、划分小区、施用基肥、播种玉米,种植密度按照当地习惯,为 50 025 株/hm²。玉米大喇叭口期追施氮肥,抽穗期追施氮肥,具体施肥量由表 2 所示。小区面积 10.5 m²(1.5 m×7.0 m),每个处理重复 3 次,各小区随机区组排列,行株距分别为 75、40 cm。开展 2 年的连续定位试验,田间管理措施统一按农户常规管理方式进行。

表 2 不同施肥处理的施肥量

| 处理 | 基肥施肥量 | | | | 大喇叭口期施肥量 | 抽穗期施肥量 |
|----|------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| | N(kg/hm ²) | P ₂ O ₅ (kg/hm ²) | K ₂ O(kg/hm ²) | 绿肥(kg/hm ²) | 氮(kg/hm ²) | 氮(kg/hm ²) |
| A1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A2 | 36 | 120 | 180 | 0 | 54 | 80 |
| A3 | 36 | 120 | 180 | 22 500 | 54 | 80 |
| A4 | 30.6 | 102 | 153 | 22 500 | 45.9 | 68 |
| A5 | 25.2 | 84 | 126 | 22 500 | 37.8 | 56 |
| A6 | 19.8 | 66 | 99 | 22 500 | 29.7 | 44 |

1.2 样品采集与测定方法

玉米播种前采集 0~20 cm 土壤样品,采用常规方法测定基础理化性质^[19]。

玉米收获时对各小区进行测产,并选择小区代表性 6 株玉米,取其地上部分,测定株高(cm)、茎粗(mm)、叶片数(片)、株高(cm),并将植株和玉米籽粒分别粉碎测定氮、磷、钾含量,植株各部位养分含量测定:经硫酸-高氯酸消煮法消煮后,全氮采用凯氏定氮法测定,全磷采用钼锑抗比色法测定,全钾采用火焰光度计法测定。玉米收获后用 5 点取样法取土样,风干处理过筛待测。

1.3 统计方法

试验数据均采用 Excel 2010 软件计算处理,Origin 2021 软件作图,利用 SPSS 20 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 贵州黄壤区连续翻压绿肥配合化肥减量对玉米生长的影响

由图 1 可知,翻压绿肥配合化肥减量,可有效促进玉米各时期的生长。对玉米各生育期株高进行比较,翻压绿肥配合化肥减量处理(A2~A6)对玉米株高有明显促进作用。苗期、拔节期、抽穗期、成熟期,与 A1 处理相比,第 1 年株高可分别提高 8.63%~20.71%、15.51%~21.37%、1.20%~6.21%、5.40%~10.45%,第 2 年株高可分别提高 17.07%~38.57%、40.03%~54.36%、14.30%~20.84%、6.81%~10.34%,A4 处理整体长势较好。对玉米各生育期茎粗进行比较,翻压绿肥配合化肥减量处理(A2~A6)对玉米茎粗也有明显提高,第 1

年苗期、拔节期、抽穗期、成熟期茎粗可分别提高 20.41% ~ 57.14%、8.88% ~ 18.06%、7.15% ~ 17.39%、4.23% ~ 9.31%，第 2 年苗期、拔节期、抽穗期、成熟期分别提高 18.18% ~ 33.46%、45.27% ~ 60.78%、15.36% ~ 24.98%、6.81% ~ 10.34%，成

熟期无明显提高。翻压绿肥配合化肥减量处理对玉米叶片数亦有一定程度的影响，第 1 年苗期 A2 处理、抽穗期 A2、A6 叶片数与对照处理 A1 相比，差异明显，第 2 年拔节期 A2、A3、A6 处理，成熟期 A4、A6 与对照处理 A1 相比，也差异明显。

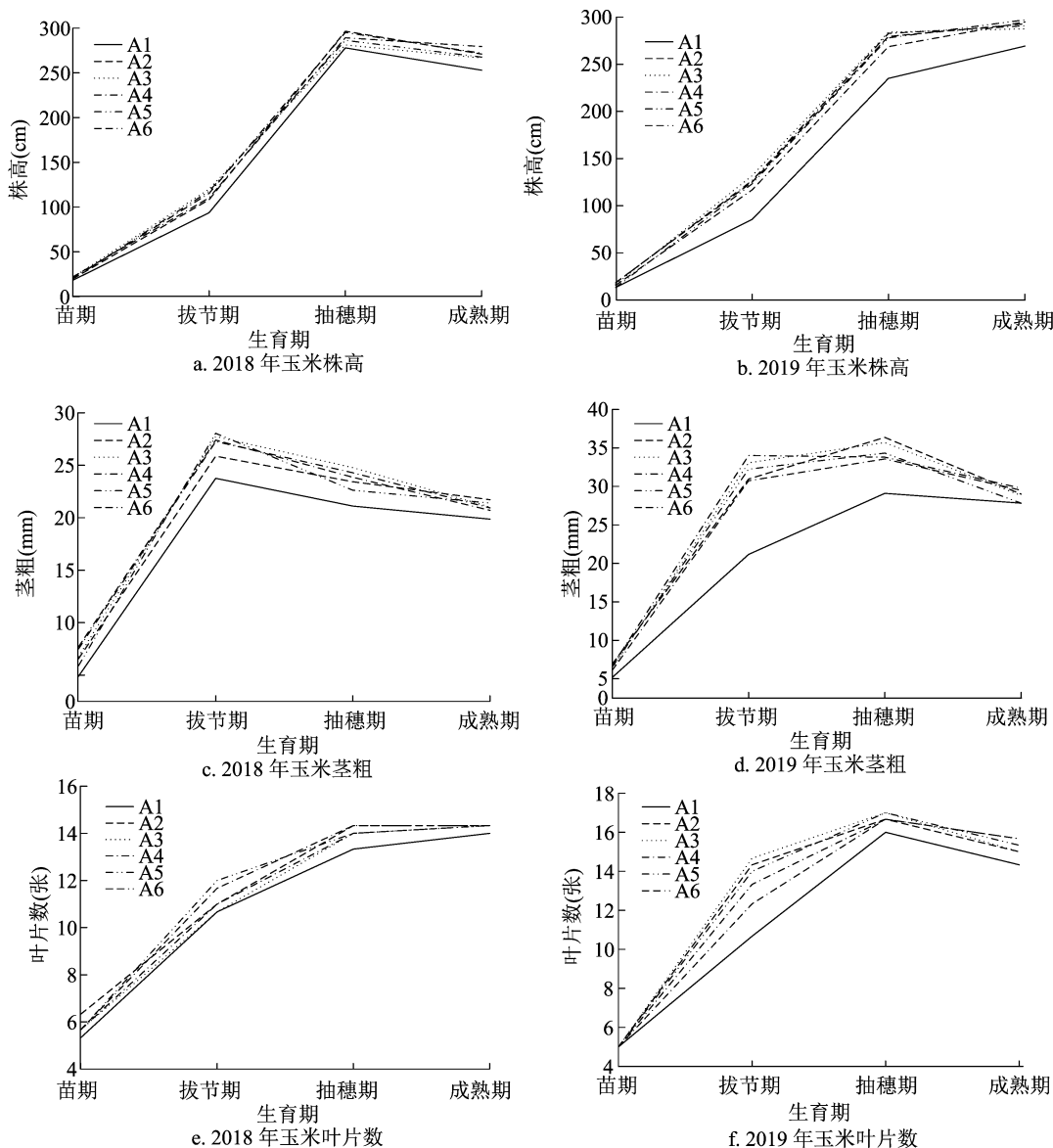


图1 不同处理对玉米植株生长的影响

2.2 贵州黄壤区连续翻压绿肥配合化肥减量对玉米养分积累的影响

由图 2 可知，翻压绿肥配合化肥减量，可有效提高植株氮、磷、钾元素的积累量。根据玉米各生育期不同部位氮素积累量比较，第 1 年翻压绿肥配合化肥减量处理 (A2 ~ A6) 对玉米氮素养分积累表现在拔节期、抽穗期。其中，A6 处理拔节期玉米茎氮含量最高，与不施化肥、不翻压绿肥处理 A1 差异显

著 ($P < 0.05$)，氮含量提高 23.11%；A4 处理抽穗期玉米叶氮含量最高与不翻压绿肥处理 A1 差异显著 ($P < 0.05$)，氮含量提高 31.03%。翻压绿肥配合化肥减量第 2 年，氮素养分积累表现在拔节期、抽穗期玉米茎秆。其中，A5、A6 处理拔节期玉米茎氮含量与不翻压绿肥处理 A1 差异显著 ($P < 0.05$)，氮含量提高 18.08% ~ 27.32%；A4、A5 处理成熟期玉米茎氮含量与不翻压绿肥处理 (A1) 差异显著 ($P < 0.05$)，

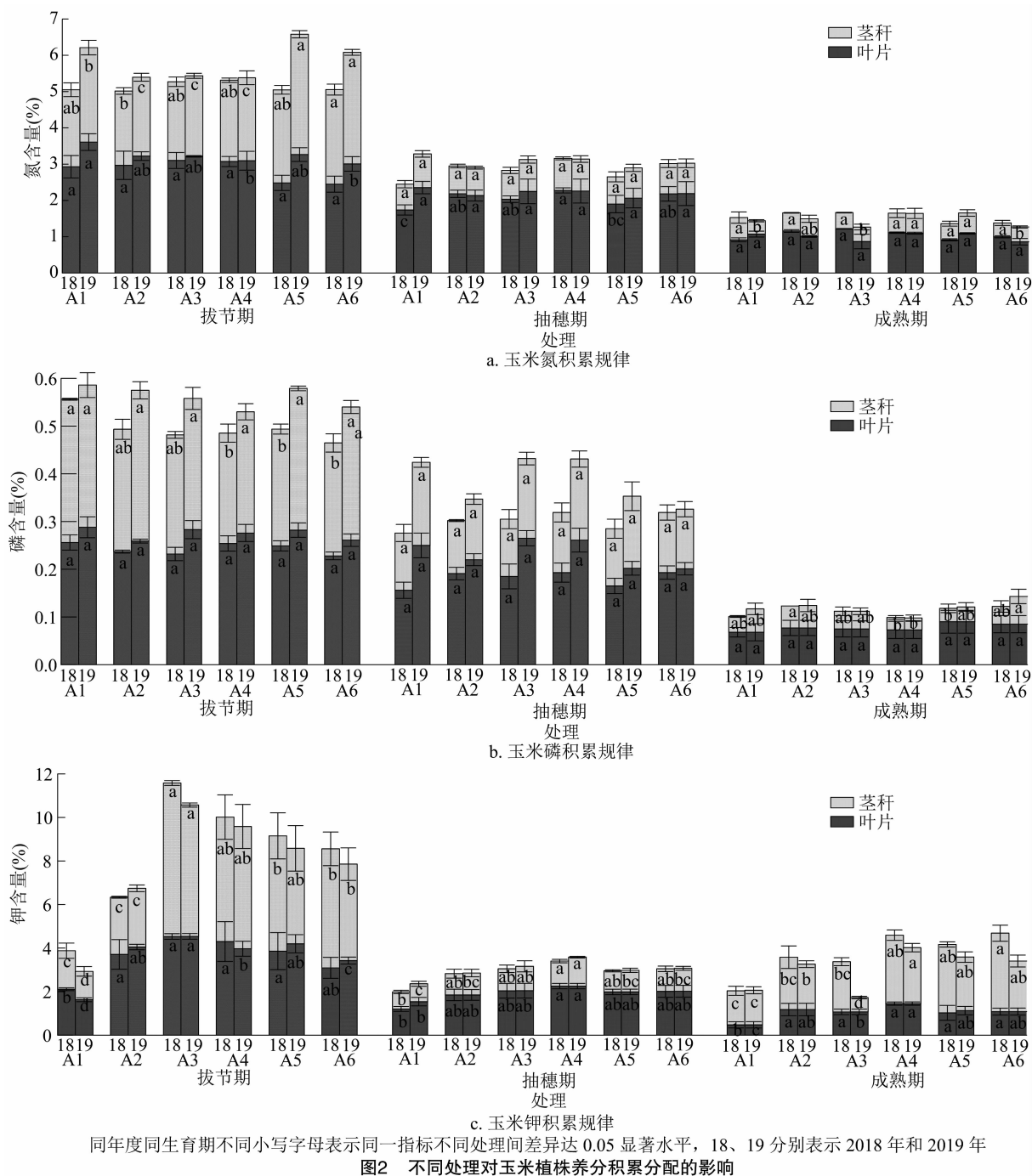


图2 不同处理对玉米植株养分积累分配的影响

氮含量提高 48.37% ~ 53.26%。处理间氮素养分积累大多呈现出先升后降趋势。

根据玉米各生育期不同部位磷素积累量比较,翻压绿肥配合化肥减量处理(A2 ~ A6)与 A1 相比,拔节期、抽穗期对玉米茎叶磷素积累无显著差异,主要影响表现在成熟期玉米茎秆磷素的积累。其中,第 1 年 A2 处理玉米茎磷含量与 A1 处理相比,差异显著($P < 0.05$),含量提高 39.39%。第 1 年 A6 处理玉米茎磷含量与 A1 处理相比,差异显著

($P < 0.05$),含量提高 18.37%。总体看来翻压绿肥处理对玉米磷素养分积累影响较小。

根据玉米各生育期不同部位钾素积累量比较,翻压绿肥配合化肥减量处理(A2 ~ A6)可显著提高各时期玉米茎、叶钾素含量。第 1 年翻压绿肥配合化肥减量处理(A2 ~ A6)与 A1 处理相比,拔节期玉米叶、茎钾素含量分别提高 46.68% ~ 115.04%、153.11% ~ 298.19%,抽穗期玉米叶、茎钾素含量分别提高 53.36% ~ 86.89%、24.49% ~ 47.56%,成

熟期玉米叶、茎钾素含量分别提高 116.70% ~ 206.13%、47.41% ~ 130.01%。第 2 年翻压绿肥配合化肥减量处理(A2 ~ A6)与 A1 处理相比,拔节期玉米叶、茎钾素含量分别提高 110.63% ~ 178.86%、106.98% ~ 363.00%,抽穗期玉米叶、茎钾素含量分别提高 20.13% ~ 46.30%、20.37% ~ 62.20%,成熟期玉米叶、茎钾素含量分别提高 124.32% ~ 203.98%、58.60% ~ 61.94%。翻压绿肥可显著提高玉米茎、叶钾素含量,钾素养分积累大多呈现出先升后降趋势。

2.3 贵州黄壤区连续翻压绿肥配合化肥减量对玉米产量的影响

由表 3 可知,翻压绿肥配合化肥减量处理 A2 ~

A6 可显著提高玉米单株茎叶干质量、单株玉米棒干质量以及玉米籽粒产量。第 1 年,与对照处理 A1 相比,A2 ~ A6 处理玉米单株茎叶干质量,A3、A5 处理单株玉米棒干质量差异显著($P < 0.05$),分别提高 32.71% ~ 66.58%、17.88% ~ 21.05%;A2 ~ A6 玉米籽粒产量略有提升,但无显著差异($P > 0.05$)。第 2 年,与对照处理 A1 相比,A3 ~ A6 处理玉米单株茎叶干质量,A5 处理单株玉米棒干质量,A2 ~ A6 玉米籽粒产量差异显著($P < 0.05$),分别提高 8.75% ~ 14.36%、31.93%、49.59% ~ 56.20%。总体看来 A4、A5 处理最大程度影响玉米单株茎叶干质量、单株玉米棒干质量以及玉米籽粒产量,为试验最优处理。

表 3 不同处理玉米的产量及构成

| 年份 | 处理 | 单株茎叶干质量 (g/株) | 单株玉米棒干质量 (g/株) | 籽粒产量 (kg/hm ²) |
|------|----|------------------|-------------------|-------------------------------|
| 2018 | A1 | 101.50 ± 2.48c | 296.47 ± 22.30b | 9 667.23 ± 478.03a |
| | A2 | 169.07 ± 4.47a | 324.31 ± 19.69ab | 10 813.65 ± 1 405.52a |
| | A3 | 134.70 ± 6.08b | 358.88 ± 33.00a | 10 724.64 ± 605.65a |
| | A4 | 165.47 ± 3.84a | 327.86 ± 29.13ab | 11 031.77 ± 604.23a |
| | A5 | 144.13 ± 14.48b | 349.47 ± 22.76a | 10 265.95 ± 830.78a |
| | A6 | 134.77 ± 10.24b | 328.25 ± 20.68ab | 10 841.13 ± 938.14a |
| 2019 | A1 | 156.23 ± 8.09b | 364.27 ± 36.01b | 5 761.91 ± 251.98b |
| | A2 | 156.30 ± 6.50b | 427.50 ± 16.66ab | 9 000.00 ± 579.31a |
| | A3 | 178.67 ± 5.55a | 406.63 ± 66.38ab | 8 761.91 ± 454.26a |
| | A4 | 170.53 ± 9.31a | 406.93 ± 63.81ab | 8 777.78 ± 728.95a |
| | A5 | 176.20 ± 4.21a | 480.57 ± 16.29a | 8 809.53 ± 329.92a |
| | A6 | 169.90 ± 2.31a | 424.10 ± 72.70ab | 8 619.05 ± 579.31a |

注:同年度同列数据后不同小写字母表示处理间差异达 0.05 显著水平,表 4 同。

2.4 贵州黄壤区连续翻压绿肥配合化肥减量对玉米籽粒养分的影响

由表 4 可知,翻压绿肥配合化肥减量可改善玉米籽粒养分状况。第 1 年,与对照处理 A1 相比,A3 处理玉米籽粒氮含量,A3 ~ A5 处理玉米籽粒钾含量,A3 ~ A6 玉米籽粒蛋白质含量差异显著($P < 0.05$),分别提高 27.59%、13.79% ~ 17.24%、28.41% ~ 33.91%,玉米籽粒磷含量无显著差异。第 2 年,与对照处理 A1 相比,A4、A5 处理玉米籽粒氮含量,A2 ~ A5 处理玉米籽粒钾含量,A4 ~ A6 玉米籽粒蛋白质含量差异显著($P < 0.05$),分别提高 13.04%、10.34% ~ 13.79%、7.96% ~ 10.45%,玉米籽粒磷含量无显著差异。总体看来 A4、A5 处理提升玉米籽粒的氮、磷、钾、蛋白质等养分含量。

3 讨论与结论

本试验结果表明,翻压绿肥配合化肥减量可以显著提高玉米部分生育期茎叶及籽粒养分积累量,这与申田田等的研究结果^[20-22]相似。化肥减施配合翻压绿肥对玉米植株氮素养分积累的影响,第 1 年主要体现玉米生长的前中期(拔节期、抽穗期),第 2 年则体现在成熟期。说明绿肥翻压土壤有机养分比例增加,改善玉米植株氮素养分的吸收与积累,随着翻压时间延长,影响逐渐增大,养效后移。整体看来 A4 处理(绿肥翻压 + 85% 化肥)玉米氮素养分积累最高;化肥减施配合翻压绿肥对玉米磷素养分积累仅在成熟期茎秆第 1 年 A2(翻压绿肥 + 100% 化肥)处理、第 2 年 A6(翻压绿肥 + 55% 化肥)

表 4 不同处理玉米籽粒养分含量

| 年份 | 处理 | 籽粒氮含量 (%) | 籽粒磷含量 (%) | 籽粒钾含量 (%) | 籽粒蛋白质含量 (%) |
|------|----|---------------|--------------|---------------|----------------|
| 2018 | A1 | 1.16 ± 0.11b | 0.18 ± 0.02a | 0.29 ± 0.02b | 6.90 ± 0.16b |
| | A2 | 1.23 ± 0.31ab | 0.20 ± 0.02a | 0.32 ± 0.02ab | 7.69 ± 1.96ab |
| | A3 | 1.48 ± 0.16a | 0.21 ± 0.02a | 0.33 ± 0.01a | 9.24 ± 0.98a |
| | A4 | 1.40 ± 0.11ab | 0.20 ± 0.01a | 0.34 ± 0.03a | 8.86 ± 0.84a |
| | A5 | 1.41 ± 0.03ab | 0.21 ± 0.01a | 0.33 ± 0.01a | 8.95 ± 0.41a |
| | A6 | 1.43 ± 0.04ab | 0.21 ± 0.02a | 0.32 ± 0.01ab | 8.95 ± 0.26a |
| 2019 | A1 | 1.38 ± 0.03b | 0.22 ± 0.02a | 0.29 ± 0.01b | 8.04 ± 0.12b |
| | A2 | 1.39 ± 0.11b | 0.23 ± 0.01a | 0.32 ± 0.01a | 8.59 ± 0.45ab |
| | A3 | 1.46 ± 0.13ab | 0.24 ± 0.01a | 0.32 ± 0.02a | 8.39 ± 0.27ab |
| | A4 | 1.56 ± 0.02a | 0.24 ± 0.02a | 0.33 ± 0.01a | 8.88 ± 0.26a |
| | A5 | 1.56 ± 0.04a | 0.23 ± 0.01a | 0.32 ± 0.02a | 8.77 ± 0.51a |
| | A6 | 1.40 ± 0.11b | 0.22 ± 0.01a | 0.31 ± 0.01ab | 8.68 ± 0.07a |

有显著差异,无明显规律,这可能与黄壤地区土壤磷特性有关;化肥减施配合翻压绿肥对玉米钾养分吸收与积累的影响最为明显,对各生育期玉米茎、叶均有显著影响,整体看来整体看来 A4 处理(绿肥翻压 + 85% 化肥)玉米钾素养分积累量最高,第 2 年钾素积累较第 1 年相比,有一定程度的提高,说明随绿肥翻压年限增加,对玉米钾素吸收与积累有促进作用。

本研究中化肥减施配合翻压绿肥对各时期玉米株高、茎粗、叶片数,以及玉米生长状况有不同程度的促进作用,这与杨爽等的研究结果^[23-25]相似。整体看来,无明显规律性变化,可能与连续翻压时间较短有关,通过处理间比较发现,A2 处理(翻压绿肥 + 100% 化肥)对玉米植株生长发育有较好促进作用。本次试验中,化肥减施配合翻压绿肥处理可有效提高玉米产量、籽粒养分,总体看来 A4(绿肥翻压 + 85% 化肥)处理整体表现最好,为试验最优处理。说明化肥减施配合翻压绿肥在贵州黄壤区玉米生产中有效可促进玉米生长发育、提高玉米产量、改善玉米籽粒的养分状况。

贵州黄壤区化肥减施配合翻压绿肥在玉米生产中可有效促进玉米生长发育,提高玉米产量,改善玉米籽粒的养分状况。其中,就玉米生长发育来看,A2 处理(翻压绿肥 + 100% 化肥)效果最好;就玉米植株养分积累、籽粒养分含量、产量效果来说,A4 处理(翻压绿肥 + 85% 化肥)效果最好最佳;与第 1 年相比,第 2 年植株氮、素积累量、籽粒产量有一定程度的提高,说明随绿肥翻压年限增加,对玉米部分养分吸收与积累有促进作用。综合来看,A4

(翻压绿肥 + 85% 化肥)处理可考虑在贵州黄壤实际中生产利用。

参考文献:

[1]肖厚军,王正银,何佳芳,等. 贵州黄壤铝形态及其影响因素研究[J]. 土壤通报,2009,40(5):1044-1048.

[2]赵 欢,张 萌,秦 松,等. 贵州黄壤小白菜生长、品质、光合特性及氮素利用对新型肥料的响应[J]. 中国生态农业学报,2016,24(10):1320-1327.

[3]胡启良,杨滨娟,刘 宁,等. 绿肥混播下不同施氮量对水稻产量、土壤碳氮和微生物群落的影响[J]. 华中农业大学学报,2022,41(6):16-26.

[4]黄 璐,李廷亮,李 顺,等. 旱地冬小麦夏闲期种植不同豆科绿肥对还田养分和土壤有机碳、氮组分的影响[J]. 生态学杂志,2022,41(12):2335-2343.

[5]杨 爽. 稻茬-紫云英联合还田对土壤碳氮特征及水稻生长的影响[D]. 武汉:华中农业大学,2021.

[6]吴科生,车宗贤,包兴国,等. 长期翻压绿肥对提高灌漠土土壤肥力和作物产量的贡献[J]. 植物营养与肥科学报,2022,28(6):1134-1144.

[7]于淑慧,朱国梁,董 浩,等. 绿肥间作和滴灌对苹果园土壤肥力和果实品质的影响[J]. 土壤通报,2022,53(3):640-647.

[8]崔月贞,王 吕,吴玉红,等. 冬绿肥联合稻秆还田对水稻产量及稻田土壤肥力的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2022,50(7):100-108.

[9]陈检锋,梁 海,王 伟,等. 玉米-绿肥轮作体系下光叶紫花苜蓿的氮肥替代和土壤肥力提升效应[J]. 植物营养与肥科学报,2021,27(9):1571-1580.

[10]何 燕. 绿肥还田对贵州黄壤养分、细菌群落结构及玉米氮磷利用率的影响[D]. 贵阳:贵州民族大学,2022.

[11]苏 港. 绿肥油菜还田和减施化肥对土壤微生态及玉米氮素积累、转运的影响[D]. 天津:天津农学院,2022.

[12]周 兴,李 莓,邓力超,等. 油菜绿肥利用后鲜食玉米生长及

宋笑龙,刘芳,宗胜杰,等.不同采收成熟度对烤烟萜类致香化合物及烟叶品质的影响[J].江苏农业科学,2024,52(2):104-111.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2024.02.015

不同采收成熟度对烤烟萜类致香化合物 及烟叶品质的影响

宋笑龙¹,刘芳¹,宗胜杰¹,马浩波¹,孟智勇¹,张国平¹,王宏²

(1.河南省农业科学院烟草研究所,河南许昌 461000; 2.河南省烟草公司洛阳市公司,河南洛阳 471000)

摘要:为探究不同采收成熟度对烤烟萜类致香物质代谢特征的影响,为烤烟适时采收及提高烟叶香气品质提供理论依据,对各成熟度烤烟鲜烟叶腺毛分泌物(二萜类化合物)、类胡萝卜素(四萜类化合物)含量与烤后烟叶常规化学成分、香气成分进行测定,并对萜类物质合成和降解途径关键基因表达量进行检测;对烟叶外观质量、感官评吸指标进行评价。结果显示,随着采收成熟度的提高,烟叶表面腺毛密度、类胡萝卜素及其降解产物含量呈降低趋势;鲜烟叶西柏三烯二醇含量整体呈现先降低后升高的趋势,而其降解产物含量呈上升趋势。西柏烷类合成基因 *CYC-1* 和 *CYP71D16* 的表达量随着烤烟采收成熟度的提高呈先增加后降低的趋势, *DXR* 表达量在中部叶中呈降低趋势,而在上部叶中差异很小。类胡萝卜素降解途径的关键基因 *PAL*、*LOX* 和合成途径的关键基因 *PSY* 在中部叶中呈上调趋势,而在下部叶中呈下调趋势。在成熟和完熟时采收,烤后烟叶的颜色、油分、嗅香等指标得分更高,香气量、浓度更足,外观质量和评吸质量更佳。综合来看,中部叶在成熟时采收,上部叶在完熟时采收,烟叶的整体表现更好。

关键词:烤烟;采收成熟度;西柏烷二萜;类胡萝卜素;香气成分

中图分类号:TS41⁺1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2024)02-0104-08

烟草香气质量是评价烟叶内在品质的核心内容和重要指标之一,然而随着降焦工艺的发展,烟

气中香气成分含量也随之降低,香气不足成为影响烟叶工业可用性的问题之一^[1]。香气物质组成和代谢十分复杂,因此很难通过农艺措施来改善烟叶的香气品质^[2]。研究发现,对烟草香气生成量贡献最大的3类致香前体物质分别为多酚类化合物、萜烯类化合物及生物碱^[3]。烤烟萜烯类致香前体物主要有类胡萝卜素(四萜类化合物)、西柏烷二萜和

收稿日期:2023-04-04

基金项目:河南省农业科学院自主创新项目(编号:2022ZC19)。

作者简介:宋笑龙(1993—),女,河南洛阳人,硕士,研究实习员,主要从事烟叶调制加工研究。E-mail:292212139@qq.com。

通信作者:王宏,农艺师,主要从事烟叶生产和烟基建设工作。
E-mail:275014264@qq.com。

磷素利用特征[J].湖南农业科学,2022(4):31-34,38.

[13]毕银丽,张家毓,王坤,等.绿肥翻压接种丛枝菌根真菌和深色有隔内生真菌对玉米生长及氮素利用的影响[J].土壤通报,2022,53(4):890-896.

[14]张盛南,汪波,张一为,等.复种绿肥油菜还田对青贮玉米农艺性状、产量及土壤养分的影响[J].天津农业科学,2022,28(4):21-24,30.

[15]王玥,杜广祖,黄钰,等.冬种绿肥还田对春玉米主要农艺性状及产量的影响[J].西南农业学报,2021,34(4):784-790.

[16]李含婷,柴强,胡发龙,等.间作绿肥弥补减施氮肥引起的玉米产量损失[J].植物营养与肥料学报,2022,28(7):1329-1340.

[17]苏向向,于爱忠,吕汉强,等.绿洲灌区小麦复种绿肥并翻压还田对翌年玉米产量形成及氮素吸收利用的影响[J].植物营养与肥料学报,2022,28(7):1208-1218.

[18]刘建香,郭树芳,雷宝坤,等.绿肥生产利用方式对云南高原红

壤理化性状及玉米产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2022,28(2):237-246.

[19]杨世梅.喀斯特山区绿肥还田对玉米产量及黄壤温室气体排放的影响[D].贵阳:贵州大学,2021.

[20]申田田.绿肥还田和化肥减量对土壤养分和玉米产量的影响[D].合肥:安徽农业大学,2018.

[21]孙宁科,赵建华,孙建好,等.河西灌区制种玉米化肥减量技术对制种产量的影响[J].中国土壤与肥料,2021(2):193-198.

[22]赵蕊.绿肥还田和减施化肥对玉米生长、肥料利用率及土壤特性的影响[D].天津:天津农学院,2020.

[23]杨爽.翻压光叶紫花苕减施化肥对玉米生长、产量、品质及土壤肥力的影响[D].贵阳:贵州大学,2018.

[24]魏静.不同冬季覆盖作物对土壤养分及雨养玉米生长特征的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2018.

[25]王珂.基于绿肥的不同施肥措施对新整理地玉米生长及土壤肥力的影响[D].重庆:西南大学,2018.