

吴迪,陈华,何迟,等. 水稻秸秆还田减施氮肥对烟草农艺性状、产量品质和氮肥利用的综合效应[J]. 江苏农业科学,2025,53(12):130-135.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2025.12.018

水稻秸秆还田减施氮肥对烟草农艺性状、产量品质和氮肥利用的综合效应

吴迪¹, 陈华¹, 何迟¹, 万紫千³, 徐高峰¹, 申时才¹, 李江舟²

(1. 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 云南昆明 650205; 2. 云南省烟草公司玉溪市公司, 云南玉溪 653100;
3. 西交利物浦大学, 江苏苏州 215123)

摘要:为探讨水稻秸秆还田与减施氮肥策略在水稻→烤烟轮作模式下对烟叶产量与品质的综合效应,在云南省澄江市采用烤烟品种 K326 和水稻品种云粳 37 进行隔年轮作定位试验,共设置 5 个施氮水平(不施氮肥、施用 55% 氮肥、施用 70% 氮肥、施用 85% 氮肥、施用 100% 氮肥),并在每个施氮水平下分别设置无秸秆还田和秸秆还田处理。结果表明,秸秆还田会显著促进烟草生长,尤其在中等至高等氮肥水平(N70、N85 及 N100)下,会增加烟草的株高、茎围及有效叶片数。随着氮肥施用量的增加,烟叶产量显著增加,秸秆还田在所有氮肥水平下均会提高上等烟比例和产值,特别是在 N70 和 N85 处理下,产值分别提升 5 249.83、2 965.19 元/hm²。秸秆还田显著提高了烟叶中的总糖和总氮含量,烟碱和钾含量也有所增加。秸秆还田下减施 15%~30% 氮肥可以优化烟叶的化学成分。秸秆还田在所有氮肥水平下均会提高氮素吸收量,且氮肥利用率和氮肥农学效率普遍高于无秸秆还田处理,适量氮肥配合秸秆还田能够显著提高氮肥的农学效率和经济学利用效率。综上,结合水稻秸秆还田减施 15%~30% 的氮肥,可显著提高烟叶的产量和产值,改善烟叶品质,提高氮肥利用效率,进而促进烟叶生产的绿色发展以及推动农业废弃物的资源化利用。

关键词:水稻;秸秆还田;氮肥;烤烟;农艺性状;产量;品质;氮肥利用;产值

中图分类号:S572.06 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2025)12-0130-06

以水稻→烤烟轮作为主的水旱轮作在植烟区是一种重要的农业种植模式,其中烤烟和水稻在同一块土地上交替种植,既保障了粮食的稳定生产,也促进了农业经济效益的提高^[1-2]。农业废弃物的再利用与农业可持续发展紧密相连,在该模式下,水稻秸秆作为一种常见的农业废弃物,如何合理处理和利用显得尤为重要^[3]。烟叶作为一种重要的经济作物,其产量和品质直接关系到烟农的经济收入和消费者的吸烟体验^[4-5]。传统的烟叶生产方式往往依赖于大量的氮肥投入来提高产量,但这种做法不仅增加了生产成本,还可能对土壤和环境造成长期的不良影响。水稻秸秆还田技术作为一种环保且能提升土壤肥力的方法^[6],近年来受到了广泛的关注和研究,水稻秸秆还田可以增加土壤空隙,

使土壤结构更加合理,有利于肥料和水分的渗透,促进肥料迅速分解,肥效得到充分释放,同时增强土壤的蓄水能力^[7]。水稻秸秆中含有丰富的钾元素(约 2%),通过还田可以使土壤中的钾元素含量增加,还可以使土壤中的有机质更加活跃,有利于烤烟对养分的充分吸收,从而增强土壤肥力。水稻秸秆还田还能使烤烟根系活力显著提高,减少烟田病原菌数量^[8-9],有助于提升烤烟的产量和品质。氮肥对烟草的影响显著,适量施用氮肥能够促进烟草的生长和发育,使叶片更加宽大肥厚,增加叶绿素含量,进而提高光合作用的效率^[10-11],为烟草的高产优质创造条件。然而,过量施用氮肥则可能导致烟草茎叶徒长,叶片过大而薄弱,不仅影响烟草的品质,还可能降低其产量。同时,随着现代农业的发展,氮肥的过量使用问题也日益凸显^[12-13],它不仅增加了农业生产成本,还可能对环境造成负面影响。如何合理控制氮肥的施用量,不仅是确保烟草健康生长和提升其产量与品质的关键,还可降低氮肥流失带来的污染风险。因此,在水稻→烤烟轮作模式下,寻找一种既能促进秸秆资源化利用,又能保持烟叶产量和品质并减少氮肥使用的方法,成

收稿日期:2024-07-16

基金项目:云南省烟草公司玉溪市公司科技计划项目(编号:yxyc2023028);国家重点研发计划(编号:2021YFD1700204)。

作者简介:吴迪(1979—),男,云南昆明人,助理研究员,主要从事植物保护和环境生态研究。E-mail:166853857@qq.com。

通信作者:李江舟,博士,高级农艺师,主要从事烤烟栽培技术推广。E-mail:25032719@qq.com。

为当前烟叶生产领域亟待解决的问题。本研究通过田间试验的方法,探究水稻秸秆还田与减施氮肥策略对烟叶产量与品质的综合效应,为烟叶生产的绿色发展提供科学依据,推动农业废弃物的资源化利用,同时降低农业生产对环境的负面影响,实现烟叶生产的可持续发展。

1 材料与方法

1.1 试验点概况

本试验在云南省澄江市龙街镇后香村(24°61'55"N、102°83'32"E,海拔 1 710 m)进行。试验地土壤为水稻土,试验前采用 5 点取样法采集耕作层土壤样品并混合,于室内常温下风干后分析,耕层(0~20 cm)土壤基础理化性状:pH 值为 7.2,有机质含量为 35.3 g/kg,全氮含量为 2.32 g/kg,全磷含量为 2.30 g/kg,全钾含量为 14.2 g/kg,碱解氮含量为 187.1 mg/kg,有效磷含量为 95.8 mg/kg,速效钾含量为 433.5 mg/kg。

1.2 试验设计

试验选用烤烟→水稻轮作模式,烤烟和水稻为隔年轮作,烤烟品种为 K326,水稻品种为云粳 37。试验于 2020 年 4 月种植烤烟开始,隔年种植水稻,于 2022 年 9 月烤烟收获后结束,试验数据为 2022 年烤烟收获后测试数据。本试验设置不施氮肥(N0)、施用 55% 氮肥(N55)、施用 70% 氮肥(N70)、施用 85% 氮肥(N85)、施用 100% 氮肥(N100)共 5 个施氮水平,在不同施氮水平基础上分别设置无秸秆还田(N)和秸秆还田(W)处理,共 10 个处理,每个处理重复 3 次。试验地小区面积为 45 m²,随机区组排列。水稻收获后分小区收获秸秆后存放,并于烟草移植前 20 d 按各小区原位翻压还田,水稻秸秆还田生物量为 6 000 kg/hm²。水稻种植季施肥量为:N 270 kg/hm²,P₂O₅ 90 kg/hm²,K₂O 120 kg/hm²;烟草季按试验设计进行施肥,施用 100% 氮肥(N100)处理施氮量为 N 120 kg/hm²,各处理磷、钾施用量均为:P₂O₅ 60 kg/hm²,K₂O 330 kg/hm²。

1.3 样品采集与测定

烤烟封顶后 3 d,在每个小区各选取 15 株长势一致的烟株监测其株高、茎围、有效叶片数、最大叶长和叶宽。于烤烟下部叶成熟采摘前,各小区分别取样 5 株,杀青烘干后分为根、茎、叶 3 个部分测重,并测定全氮含量,计算烤烟的生物学产量和氮养分吸收量。烤烟成熟后,分小区采用挂牌编竿烘烤,

烘烤结束后对各小区产量进行测定,同时由烟草公司收购系统技术人员按照相关标准对烟叶进行等级评定,并统计产量、均价、上等烟比例和产值等经济性状。对各小区烤后烟叶分别取 C3F 等级烟叶 2 kg 进行烟叶化学成分检测,采用电位滴定法测定氯离子含量^[14],采用连续流动法分别测定钾、烟碱、还原糖、总糖和总氮含量^[15-18]。计算叶面积、糖碱比和氮碱比,计算公式如下:叶面积=叶长×叶宽×0.634 5(修正系数);两糖差=总糖含量-还原糖含量;钾氯比=钾含量÷氯含量;糖碱比=总糖含量÷烟碱含量;氮碱比=总氮含量÷烟碱含量;氮肥利用率=(施氮区烤烟吸氮量-缺氮区烤烟吸氮量)÷施氮量×100%;氮肥农学效率(kg/kg)=(施氮经济产量-缺氮区)÷施氮量;经济学利用效率(kg/kg)=经济学产量÷植株氮素吸收量。

1.4 数据分析

采用 SPASS 25.0 和 Excel 2019 软件进行试验数据的整理和统计分析,采用最小显著差异(LSD)法进行方差分析、多重比较。

2 结果与分析

2.1 秸秆还田配施减量化肥对烟草农艺性状的影响

由表 1 可知,秸秆还田可显著影响烟草株高、茎围及有效叶片数。同时,氮肥的施用水平对烟草株高、茎围、有效叶片数和最大叶面积均产生了极显著的影响。具体而言,对比秸秆还田与无秸秆还田可知,在 N55 施氮水平下,秸秆还田会显著促进烟草株高的增加;而在 N70、N85 及 N100 等较高氮肥施用水平下,秸秆还田则会显著扩大烟草的茎围;在 N100 施氮水平下,还会显著增加烟草的有效叶片数。对不同施氮水平下的处理效果进行分析可知,随着氮肥施用量的增加,烟草的株高、茎围以及最大叶面积均呈现出整体上升的趋势;与未施用氮肥的 N0 处理相比,所有施用氮肥的处理均显著提高了烟草的有效叶片数,但在不同施氮处理之间,对有效叶片数的影响并未达到显著差异水平。

2.2 秸秆还田减量化肥对烤烟产量、产值的影响

由表 2 可知,在相同氮肥施用水平下,采取秸秆还田措施的烤烟产量、中上等烟比例以及均价总体有所上升,但提升幅度并不显著。同时,秸秆还田处理在多个氮肥水平下均展现出对上等烟比例和产值的提升效果,特别是在 N85 处理下,上等烟比例

表 1 不同处理下烟草的农艺性状及双因素方差分析

类型	处理	株高 (cm)	茎围 (cm)	有效叶片数 (张)	最大叶面积 (cm ²)
氮肥(N)	N0	88.33 ± 2.68bc	8.76 ± 0.42e	17.55 ± 0.79c	1 099.82 ± 77.75d
	N55	95.49 ± 6.89b	9.60 ± 0.45d	18.41 ± 0.91bc	1 311.23 ± 41.55c
	N70	107.41 ± 4.47a	8.73 ± 0.23e	17.64 ± 0.73c	1 391.34 ± 73.48bc
	N85	108.40 ± 6.77a	11.83 ± 0.43bc	19.23 ± 1.13bc	1 379.79 ± 40.23bc
	N100	111.51 ± 5.80a	11.24 ± 0.49c	17.98 ± 1.27c	1 489.31 ± 59.91a
秸秆还田(W)	N0	82.85 ± 3.88c	8.84 ± 0.26e	15.61 ± 0.53d	1 271.43 ± 121.04c
	N55	112.78 ± 3.83a	9.68 ± 0.15d	19.74 ± 1.12ab	1 306.48 ± 89.36c
	N70	110.60 ± 5.26a	12.25 ± 0.81b	19.11 ± 0.87bc	1 332.38 ± 140.19bc
	N85	112.67 ± 3.37a	13.06 ± 0.32a	19.21 ± 0.59bc	1 321.70 ± 48.60c
	N100	117.20 ± 6.31a	13.31 ± 0.53a	20.99 ± 0.65a	1 387.34 ± 91.47bc
F 值	W	7.13 *	73.13 **	5.59 *	0.11
	N	29.21 **	77.74 **	10.41 **	7.24 **
	W × N	3.79 *	15.95 **	6.49 **	2.43

注:同列数据后不同小写英文字母表示处理之间差异显著($P < 0.05$) ($n = 3$);在双因素方差分析中*、**分别表示 $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$ 。下同。

达到了最高值,为 62.57%;而在 N70 处理下,产值达到最高,为 100 649.93 元/hm²。随着氮肥施用量的增加,烤烟产量显著增加,当施氮量达到 N70 水平时,产量达到最高;氮肥对上等烟比例和中上等烟比例影响显著,特别是在 N85 处理下,上等烟比例较高,分别达到 58.27%、62.57%,但随着氮肥量继续增加,上等烟和中上等烟比例有所下降;氮肥对烤烟均价的影响不显著,各处理间均价差异较小;随着氮肥施用量的增加,烤烟产值显著增加, N70 处理下的产值最高,分别达到 95 400.10、100 649.93 元/hm²。秸秆还田与氮肥的交互作用

对产量、上等烟比例、中上等烟比例、均价和产值的影响均不显著,但两者在提升烤烟产量和产值上具有协同作用。

2.3 秸秆还田配施减量化肥对烤烟品质的影响

由表 3 可知,秸秆还田对烤烟化学成分中的总糖含量、烟碱含量、总氮含量、钾含量、氯含量、糖碱比、氮碱比有显著或极显著影响,但对还原糖含量、钾氯比和两糖差的影响不显著。氮肥水平对除两糖差外的所有化学成分均有显著或极显著影响。两者交互后对还原糖含量、烟碱含量、总氮含量、钾含量、氯含量、氮碱比、两糖差、钾氯比有显著或极显

表 2 不同处理对烤烟产量、产值的影响及双因素方差分析

类型	处理	烤烟产量 (kg/hm ²)	上等烟比例 (%)	中上等烟比例 (%)	烤烟均价 (元/kg)	烤烟产值 (元/hm ²)
氮肥(N)	N0	2 152.01 ± 173.77b	46.00 ± 0.46e	78.73 ± 9.32bc	31.43 ± 0.47a	67 606.50 ± 4 831.11d
	N55	2 284.24 ± 130.13b	48.09 ± 2.47de	74.69 ± 3.44c	35.02 ± 3.25a	79 911.77 ± 7 616.85bcd
	N70	2 779.50 ± 124.46a	54.11 ± 2.35bc	89.20 ± 4.37a	34.30 ± 1.53a	95 400.10 ± 7 442.71ab
	N85	2 808.60 ± 32.22a	58.27 ± 3.65ab	83.08 ± 1.24abc	31.01 ± 2.60a	87 057.99 ± 6 945.29abc
	N100	2 926.26 ± 212.09a	45.70 ± 0.98e	80.88 ± 5.64abc	31.45 ± 5.86a	91 660.21 ± 15 594.83ab
秸秆还田(W)	N0	2 222.31 ± 58.13b	50.12 ± 2.85cde	83.12 ± 1.70abc	33.15 ± 5.03ac	73 565.24 ± 10 242.74cd
	N55	2 260.59 ± 106.50b	48.89 ± 3.10de	80.24 ± 3.92abc	34.98 ± 2.37a	78 991.11 ± 4 883.54bcd
	N70	2 797.79 ± 136.27a	51.88 ± 3.22cd	86.51 ± 4.21ab	35.89 ± 3.66a	100 649.93 ± 14 136.99a
	N85	2 814.77 ± 189.20a	62.57 ± 2.31a	83.87 ± 7.62abc	31.97 ± 2.98a	90 023.18 ± 10 893.39abc
	N100	2 914.71 ± 78.65a	49.19 ± 3.45de	83.75 ± 3.68abβ	32.10 ± 1.42a	93 482.20 ± 1 956.62ab
F 值	W	0.06	4.62 *	1.38	0.65	0.78
	N	37.58 **	25.01 **	3.33 *	1.73	8.09 **
	W × N	0.11	1.64	0.61	0.07	0.13

表 3 不同处理对烤烟主要化学成分的影响及其双因素方差分析

类型	处理	总糖含量 (%)	还原糖含量 (%)	烟碱含量 (%)	总氮含量 (%)	钾含量 (%)	氯含量 (%)	糖碱比	氮碱比	两糖差	钾氯比
氮肥(N)	N0	31.36 ± 1.30d	21.63 ± 0.72e	2.16 ± 0.09g	1.77 ± 0.13d	1.43 ± 0.07d	0.17 ± 0.02f	14.57 ± 0.99ab	0.83 ± 0.09d	10.01 ± 1.09b	8.63 ± 0.86a
	N55	34.58 ± 1.66abc	24.08 ± 1.40cd	2.58 ± 0.16cd	2.22 ± 0.05c	1.56 ± 0.07cd	0.23 ± 0.02e	13.44 ± 1.46abc	0.86 ± 0.03d	10.01 ± 2.32b	6.89 ± 0.37c
	N70	30.73 ± 2.03d	24.20 ± 1.34cd	2.34 ± 0.08ef	2.42 ± 0.21bc	1.27 ± 0.05e	0.23 ± 0.01e	13.10 ± 0.64bc	1.04 ± 0.13abc	6.86 ± 3.01bc	5.47 ± 0.30d
	N85	37.46 ± 2.04a	23.02 ± 1.32de	2.52 ± 0.14d	2.78 ± 0.06a	1.23 ± 0.06c	0.27 ± 0.01d	14.86 ± 0.62abc	1.10 ± 0.06a	14.65 ± 2.90a	4.57 ± 0.08def
	N100	33.05 ± 0.25bcd	25.54 ± 0.08bc	2.50 ± 0.06de	2.79 ± 0.06a	1.24 ± 0.05e	0.29 ± 0.01c	13.20 ± 0.45bc	1.11 ± 0.06a	8.44 ± 0.92bc	4.28 ± 0.38f
秸秆还田(W)	N0	32.28 ± 0.50cd	22.39 ± 1.18de	2.20 ± 0.01fg	2.48 ± 0.23b	1.77 ± 0.15a	0.22 ± 0.00e	14.66 ± 0.31ab	1.13 ± 0.10a	9.90 ± 0.69b	7.92 ± 0.68ab
	N55	35.63 ± 1.25ab	22.20 ± 0.46de	2.67 ± 0.09bcd	2.46 ± 0.17b	1.58 ± 0.08bc	0.36 ± 0.02a	13.34 ± 0.69abc	0.92 ± 0.03cd	13.59 ± 1.16a	4.44 ± 0.19ef
	N70	35.63 ± 2.58ab	21.96 ± 1.16de	2.71 ± 0.12bc	2.20 ± 0.02c	1.73 ± 0.05ab	0.32 ± 0.01b	13.19 ± 1.49bc	0.81 ± 0.04d	13.73 ± 3.23a	5.37 ± 0.33de
	N85	36.47 ± 0.94a	29.72 ± 2.15a	2.96 ± 0.07a	2.78 ± 0.10a	1.66 ± 0.12abc	0.23 ± 0.01e	12.33 ± 0.40c	0.94 ± 0.02bcd	5.98 ± 0.23c	7.33 ± 0.89bc
	N100	34.87 ± 1.41abc	26.66 ± 0.54b	2.83 ± 0.10ab	3.00 ± 0.12a	1.61 ± 0.06bc	0.24 ± 0.02e	12.32 ± 0.46c	1.06 ± 0.02ab	8.40 ± 1.10bc	6.75 ± 0.65c
F 值	7.43 *	4.26	9.07 *	48.24 **	15.08 **	115.89 **	55.01 **	4.59 *	7.88 **	0.58	0.21
	9.48 **	16.71 **	28.96 **	37.76 *	5.01 **	50.06 **	4.01 *	7.88 **	2.26	29.06 **	
	2.86	13.84 **	4.49 **	10.38 **	6.89 **	54.78 **	2.55	14.26 **	13.13 **	24.75 **	

著影响。

进一步分析结果表明,总糖含量总体上随氮肥水平的增加呈增加趋势,到 N85 水平时最高,之后略有下降,秸秆还田处理在所有氮肥水平下与不施氮处理相比均会提高总糖含量;还原糖含量在 N55 和 N70 处理时相对较高,秸秆还田处理对还原糖含量的影响不显著;烟碱和总氮含量随着氮肥水平的增加呈增加趋势,N85 和 N100 处理时达到较高水平,秸秆还田处理对烟碱含量的影响较小,但对提高总氮含量有一定作用;钾含量在不同氮肥处理间变化不大,秸秆还田处理对钾含量有极显著的影响;与不施氮处理相比,施氮处理的氯含量均有不同程度的增加,但与氮肥施用量之间关系不明显;糖碱比随着氮肥水平的增加而有所降低,秸秆还田处理对糖碱比的影响显著;氮碱比、两糖差和钾氯比在不同处理间有所变化,但整体趋势不明显。综上,氮肥水平是调节化学成分的关键因素,但秸秆还田处理在不同氮肥水平下对化学成分的影响各不相同。

2.4 秸秆还田配施减量化肥对烤烟氮肥利用效率的影响

由表 4 可知,随着氮肥水平的增加,氮素吸收量显著增加,N100 处理时最高,秸秆还田处理在所有氮肥水平下均会提高氮素吸收量,特别是 N70 和 N85 处理的提升效果显著;氮肥利用率和氮肥经济学利用效率在不同氮肥水平间有所变化,但整体趋势不明显,秸秆还田处理对氮肥利用率的影响也较小,无显著提升趋势;随着氮肥水平的增加,氮肥农学效率先增加后略有下降,N70 和 N100 处理时达到较高水平,秸秆还田处理对氮肥农学效率的影响不显著。

双因素方差分析结果表明,秸秆还田对氮素吸收量、氮肥利用率、氮肥农学效率和氮肥经济学利用效率的影响不显著;氮肥对氮素吸收量、氮肥利用率、氮肥农学效率和氮肥经济学利用效率均有极显著影响;两者交互后对氮素吸收量、氮肥利用率、氮肥农学效率和氮肥经济学利用效率无显著影响。综上,该试验条件下,氮肥水平是调节氮肥利用效率的关键因素。

3 讨论与结论

秸秆还田会显著促进烟株的生长,包括增加其株高、叶片数、节距和叶面积等^[18-19],还可提高烟叶

表 4 不同处理对烤烟氮肥利用效率的影响及双因素方差分析

类型	处理	氮素吸收量 (kg/hm ²)	氮肥利用率 (%)	氮肥农学效率 (kg/kg)	氮肥经济学利用效率 (kg/kg)
氮肥(N)	N0	57.99 ± 3.72d			36.69 ± 4.08a
	N55	76.36 ± 4.78c	27.84 ± 7.31a	2.51 ± 1.12b	30.00 ± 2.65bc
	N70	91.13 ± 2.99ab	39.45 ± 6.27a	7.87 ± 1.00a	30.49 ± 0.45bc
	N85	92.95 ± 4.23a	34.28 ± 3.49a	6.76 ± 1.58a	30.26 ± 1.42bc
	N100	95.75 ± 11.62a	30.79 ± 13.20a	8.06 ± 2.97a	31.86 ± 6.00abc
秸秆还田(W)	N0	62.95 ± 3.18d			34.88 ± 3.24ab
	N55	78.65 ± 3.00bc	23.80 ± 3.15a	1.59 ± 1.10b	28.75 ± 0.99c
	N70	94.74 ± 3.19a	37.85 ± 7.46a	7.64 ± 1.32a	29.52 ± 0.48bc
	N85	96.77 ± 13.73a	33.17 ± 15.69a	6.46 ± 2.21a	29.33 ± 2.66bc
	N100	98.21 ± 11.63a	29.39 ± 11.84a	6.32 ± 0.30a	29.89 ± 2.80bc
F 值	W	1.60	0.26	0.37	1.62
	N	26.14**	1.98	14.66**	4.72**
	W × N	0.32	0.43	0.77	0.39

的产量和产值^[20-21]。本研究结果表明,秸秆还田可以促进烟草株高、茎围及有效叶片数的增加,尤其是在中高等氮肥水平(N70、N85及N100)下,然而通过双因素分析发现,秸秆还田与氮肥的交互作用对农艺性状的影响不显著,说明两者在提升烟草生长方面的效果可能具有相对独立性。秸秆还田后,通过自身的腐解过程能够提高土壤中的有机氮含量,进而增加土壤潜在氮库^[22],有机氮在微生物的作用下可以逐渐转化为无机氮,供作物吸收利用^[23]。在本试验条件下秸秆还田与适量氮肥配合使用,当氮肥施用量为N70和N85时,秸秆还田处理显著提高了上等烟比例和产值,其中产值分别提高5249.83、2965.19元/hm²,表明适量氮肥配合秸秆还田能够优化烟叶品质,提高经济效益。但过量施用氮肥(N100处理)并未带来进一步的显著增产效果,反而降低了上等烟比例,表明合理控制氮肥施用量对烟叶生产至关重要。

合理的秸秆还田处理可以使烤烟的化学成分更加协调,提高烤烟的品质和口感^[24-25]。秸秆还田处理会显著提高烤烟叶片中的总糖和总氮含量,同时对烟碱和钾含量也有一定的提升作用,秸秆还田处理对糖碱比、氮碱比等关键品质指标的影响虽不显著,但有助于维持这些指标的相对稳定。氮肥施用量直接影响烤烟的化学成分积累,合理施用氮肥可以提高烤烟的产量和品质^[26-27],但过量施用则可能导致化学成分不协调,影响烤烟的口感和品质^[28-29]。本研究结果表明,随着氮肥施用量的增加,总糖和还原糖含量总体呈上升趋势,N85处理的

总糖含量最高(37.46%),而还原糖含量在N100处理下达到最高(25.54%),烟碱和总氮含量均随着氮肥施用量的增加而显著上升,钾和氯含量在不同处理间变化较大,但并未呈现出明显随氮肥施用量增加而增加的趋势。双因素分析结果表明,两者交互后对还原糖含量、烟碱含量、总氮含量、钾含量、氯含量、糖碱比、氮碱比、两糖差和钾氯比均有显著影响,表明秸秆还田和氮肥施用量在影响烤烟化学成分方面存在复杂的交互作用。因此,秸秆还田和氮肥施用量对烤烟化学成分的交互影响不容忽视。

秸秆还田可以促进土壤微生物的活动^[30-32],这些微生物在分解秸秆的同时也参与了土壤氮素的循环过程^[33]。秸秆还田可以显著降低稻田径流氮损失^[34]和N₂O排放量^[34],这有助于减少氮肥的间接损失,从而提高氮肥利用效率。本研究结果表明,秸秆还田处理在所有氮肥水平下均可以提高氮素吸收量,且氮肥利用率和氮肥农学效率普遍高于无秸秆还田处理。随着氮肥施用量的增加,氮素吸收量显著提高,在有无秸秆还田条件下,氮肥利用率最高均为N70处理,分别为39.45%、37.85%,说明合适的氮肥用量是提高氮肥利用率的关键,氮肥农学效率也为N70处理最高,在有无秸秆还田条件下分别为7.87、7.64kg/kg,表明适量氮肥施用量能够显著提升烤烟的产量,从而增加氮肥的农学效率。两者的交互作用对氮肥利用效率各项指标的影响较小,说明氮肥水平是调节氮肥利用效率的关键因素。因此,在实际生产中应将秸秆还田作为提高土壤肥力和减少氮肥流失的有效措施之一,但仍

需注意合理控制氮肥施用量,以实现烟叶生产的可持续发展。

综上,水稻秸秆还田与减施氮肥策略在烟叶生产中具有显著的综合效应。在本试验条件下结合水稻秸秆还田减施15%~30%的氮肥,可显著提高烟叶的产量和产值,改善烟叶品质,减少养分流失,提高氮肥利用效率。在实际生产中,应注意秸秆还田和氮肥施用量的配比关系,通过科学合理的施肥管理实现最佳的氮肥利用效率和经济效益。

参考文献:

- [1] 黄玉林, 劳曦. 烤烟—水稻轮作模式的优势及高产栽培技术[J]. 现代农业科技, 2021(3): 37-38, 41.
- [2] 孙军伟, 范志勇, 户艳霞, 等. 不同轮作模式对大理烤烟生产的影响[J]. 江西农业学报, 2023, 35(1): 21-27, 35.
- [3] 宋大利, 侯胜鹏, 王秀斌, 等. 中国秸秆养分资源数量及替代化肥潜力[J]. 植物营养与肥料学报, 2018, 24(1): 1-21.
- [4] 钱颖颖, 任可, 陈颀, 等. 无机肥配施生物菌剂对植烟土壤质量及烤烟品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2024, 52(3): 121-131.
- [5] 张建国, 聂俊华, 杜振宇. 施用复合生物有机肥对烤烟产量和品质的效应[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2004, 30(2): 115-119.
- [6] 李硕, 李博哲, 王超, 等. 玉米秸秆还田对土壤地力及固碳能力的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2024(5): 32-38.
- [7] 张帅, 孔德刚, 常晓慧, 等. 秸秆深施对土壤蓄水能力的影响[J]. 东北农业大学学报, 2010, 41(6): 127-129.
- [8] 张翰林, 白娜玲, 郑宪清, 等. 秸秆还田与施肥方式对稻麦轮作土壤细菌和真菌群落结构与多样性的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2021, 29(3): 531-539.
- [9] 马璐璐, 闫翠梅, 冯彩莲, 等. 玉米秸秆还田对假禾谷镰刀菌及小麦茎基腐病化感效应的模拟研究[J]. 河北农业大学学报, 2019, 42(3): 38-44.
- [10] 华水金, 杨宇虹, 赵菊英, 等. 氮肥对水田与旱地烤烟叶绿素动态、生长及产量的影响[J]. 土壤肥料, 2005(6): 31-35.
- [11] Zhang Z G, Liu Q Y, He K X, et al. Effects of nitrogen application and plant spacing on photosynthesis[J]. Agricultural Science & Technology, 2016, 17(3): 645-649.
- [12] 王成己, 李静超, 郝东, 等. 化肥减量配施炭基有机肥对烤烟翠碧1号生长及产质量的影响[J]. 核农学报, 2023, 37(11): 2288-2296.
- [13] 李春俭, 张福锁, 李文卿, 等. 我国烤烟生产中的氮素管理及其与烟叶品质的关系[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(2): 331-337.
- [14] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 氯含量的测定 电位滴定法: YC/T 153—2001[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [15] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法: YC/T 159—2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [16] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法: YC/T 161—2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [17] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动法: YC/T 160—2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [18] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 钾的测定 连续流动法: YC/T 217—2007[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [19] 周米良, 邓小华, 田峰, 等. 玉米秸秆促腐还田的腐解及对烤烟生长与产质量的影响[J]. 中国烟草学报, 2016, 22(2): 67-74.
- [20] 芦伟龙, 董建新, 宋文静, 等. 土壤深耕与秸秆还田对土壤物理性状及烟叶产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2019, 40(1): 25-32.
- [21] 赵文军, 薛开政, 尹梅, 等. 油菜—烤烟轮作体系中油菜秸秆还田方式及钾肥减量对烤烟钾素利用效率的影响[J]. 土壤通报, 2022, 53(3): 675-681.
- [22] 张雅洁, 陈晨, 陈曦, 等. 小麦—水稻秸秆还田对土壤有机质组成及不同形态氮含量的影响[J]. 农业环境科学学报, 2015, 34(11): 2155-2161.
- [23] 罗嘉润, 宋文杰, 刘伟, 等. 秸秆还田配施氮肥早期对水稻生长、土壤性质及微生物多样性的影响[J]. 农业生物技术学报, 2023, 31(10): 2019-2034.
- [24] 肖鑫, 况帅, 王滨, 等. 玉米秸秆还田形态对棕壤性土土壤肥力及烤烟产量品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2024(2): 42-50.
- [25] 郑梅迎, 刘玉堂, 张忠锋, 等. 秸秆还田方式对植烟土壤团聚体特征及烤烟产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2019, 40(6): 11-18.
- [26] 谢丹凤, 袁文彬, 谢晋, 等. 不同比例有机肥与氮肥施用量对烤烟产质量及主要化学成分的影响[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(19): 87-97.
- [27] 周健飞, 陈秀华, 彭玉富, 等. 氮肥施用量对南阳烟区3个烤烟新品种产质量的影响[J]. 贵州农业科学, 2018, 46(3): 44-49.
- [28] 李静静, 李建华, 程功, 等. 基于蒸汽爆破技术的烟秆炭与氮肥配施对烤后烟中性致香成分的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(24): 75-78.
- [29] 马兴华, 管恩森, 王永, 等. 氮肥后移对烤烟氮素吸收、利用及品质的影响[J]. 中国农学通报, 2018, 34(1): 36-40.
- [30] 李金埔, 王双磊, 张美玲, 等. 秸秆还田对棉田土壤微生物和土壤呼吸速率的影响[J]. 山东农业科学, 2014, 46(9): 69-73.
- [31] 罗嘉润, 宋文杰, 刘伟, 等. 秸秆还田配施氮肥早期对水稻生长、土壤性质及微生物多样性的影响[J]. 农业生物技术学报, 2023, 31(10): 2019-2034.
- [32] 李磊, 李晓慧, 樊丽琴, 等. 秸秆还田下氮素调控对盐碱地玉米根际土壤细菌群落多样性的影响[J]. 江苏农业科学, 2024, 52(2): 221-227.
- [33] 唐志伟, 翁颖, 朱夏童, 等. 秸秆还田下中国农田土壤微生物生物量碳变化及其影响因素的Meta分析[J]. 生态环境学报, 2023, 32(9): 1552-1562.
- [34] 姚莉, 王宏, 唐彪, 等. 不同秸秆还田与肥料配施模式对稻田地表径流磷素流失的影响[J]. 四川农业大学学报, 2023, 41(5): 849-854.
- [35] 薛里, 张忠学, 齐智娟, 等. 节水灌溉下秸秆还田形式对黑土区稻田N₂O排放与产量的影响[J]. 农业机械学报, 2024, 55(4): 280-289.