

宋艳丹, 李鹏, 吴照辉, 等. 羊粪提前施用对饲用油菜及后茬烤烟的影响[J]. 山西农业科学, 2025, 53(5): 123-130.

SONG Y D, LI P, WU Z H, et al. Effects of early application of sheep manure on forage rape and subsequent flue-cured tobacco[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2025, 53(5): 123-130.

doi:10.26942/j.cnki.issn.1002-2481.2025.05.14

羊粪提前施用对饲用油菜及后茬烤烟的影响

宋艳丹¹, 李 鹏², 吴照辉¹, 王孟孟¹, 徐文正¹, 刘巧真¹, 韩会阁¹,
张 睿¹, 胡梦梦¹, 郭芳阳¹, 陈广晴³

(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 南阳市公司, 河南 南阳 473000;
3. 河南省烟草公司 三门峡市公司, 河南 三门峡 472000)

摘 要: 为了改良土壤环境、提高烟叶产质量, 采用大田试验, 设置种植油菜并施用羊粪量 3.0(低施)、4.5(中施)、6.0(高施) t/hm² 等 3 个处理, 同时设置种植油菜不施羊粪和不种油菜施用羊粪 3.0 t/hm² 2 个对照, 分析不同处理对饲用油菜及后茬烤烟的影响。结果表明, 施用羊粪可以显著提高饲用油菜的干物质积累量; 可以明显提升烤烟团棵期和现蕾期长势, 其中现蕾期高施羊粪处理的烤烟株高较不施羊粪增加了 89.35%。与不施羊粪对照相比, 中施和高施羊粪处理显著增加了现蕾期烤烟根长、根表面积和根体积, 不种油菜对照的根体积增加最为明显; 施用羊粪处理烟叶的产量、产值、上等烟比例和均价较不施羊粪和不种油菜对照均显著提升, 中施羊粪处理的烟叶产值、上等烟比例和均价分别比不施羊粪对照提高了 26.92%、53.51%、15.09%。施用羊粪处理改善了烤后烟叶的外观质量, 提升了感官质量。冬闲烟田种植油菜并提前施用羊粪, 可显著提高油菜产量, 促进后茬烤烟生长发育、提升烟叶品质、增加经济效益, 其中, 施用 4.5 t/hm² 羊粪量效果最好。

关键词: 饲用油菜; 羊粪; 烤烟; 生长发育; 经济性状; 烤烟品质

中图分类号: S141.2; S565.4; S572

文献标识码: A

文章编号: 1002-2481(2025)05-0123-08

Effects of Early Application of Sheep Manure on Forage Rape and Subsequent Flue-Cured Tobacco

SONG Yandan¹, LI Peng², WU Zhaohui¹, WANG Mengmeng¹, XU Wenzheng¹, LIU Qiaozhen¹,
HAN Huige¹, ZHANG Rui¹, HU Mengmeng¹, GUO Fangyang¹, CHEN Guangqing³

(1. Institute of Tobacco, Henan Academy of Agricultural Sciences, Xuchang 461000, China;

2. Nanyang City Company of Henan Tobacco Company, Nanyang 473000, China;

3. Sanmenxia City Company of Henan Tobacco Company, Shanmenxia 472000, China)

Abstract: In order to improve the soil environment and enhance the yield and quality of tobacco leaves, in this study, using field test, three treatment and two controls were set, the three treatments involved planting rape with different amounts of sheep manure (3.0, 4.5, and 6.0 t/ha, respectively recorded as low, medium, and high sheep manure treatment), the two controls involved planting rape without sheep manure and no planting rape but applying sheep manure (3.0 t/ha) (recorded as no sheep manure, no rape treatment), the effects of different treatments on forage rape and subsequent flue-cured tobacco were analyzed. The results showed that the accumulation of dry material of forage rape was increased significantly by applying sheep manure, the application of sheep manure could significantly increase the growth of flue-cured tobacco at both the resettling and squaring stages, and the height of the flue-cured tobacco treated with high sheep manure at the squaring stage increased by 89.35% than that of the flue-cured tobacco treated with no sheep manure. Compared with the treatment of no sheep manure, the treatments of medium and high sheep manure significantly increased the root length, root surface area, and root volume of flue-cured tobacco at the squaring stage. The treatment of no forage rape showed the most obvious increase in root volume. The

收稿日期: 2025-03-05

基金项目: 中国烟草总公司河南省公司科技项目(2022410000240017); 河南省农业科学院自主创新项目(2025ZC95)

作者简介: 宋艳丹, 研究实习员, 硕士, 主要从事烟草栽培技术研究, E-mail: 823566792@qq.com

通信作者: 陈广晴, 农艺师, 硕士, 主要从事烟叶生产经营管理, E-mail: 532779262@qq.com

yield, output value, proportion of superior tobacco and average price of flue-cured tobacco increased significantly compared with the treatments of no sheep manure and no rape. The output value, proportion of superior tobacco, and average price of flue-cured tobacco increased by 26.92%, 53.51%, and 15.09% respectively compared with the treatments of no sheep manure. Application of sheep manure improved the appearance quality and sensory quality. Planting forage rape and early application of sheep manure in winter tobacco fields could significantly improve the yield of forage rape, promote the growth and development of flue-cured tobacco, enhance the quality of tobacco leaves, and increase the economic benefits. Among the treatments, the application of 4.5 t/ha of sheep manure had the best effect.

Keywords: forage rape; sheep manure; flue-cured tobacco; growth and development; economic trait; flue-cured tobacco quality

近年来,烤烟多年连作和化肥的大量使用,使烟田土壤理化性质降低,土壤肥力下降,导致植烟土壤板结、肥料利用率降低、土传病害加重,烤后烟叶品质下降,从而限制了烟叶生产的发展。种植绿肥、翻压,是目前改善烟田土壤的一种有效方法。在我国,烤烟生产期一般是每年4—9月,利用冬闲期种植绿肥,可有效提高土壤利用率,在来年烟苗移栽前,将绿肥翻压,可有效增加土壤有机质、氮、磷、钾含量,改善土壤物理结构,提高植烟土壤肥力和烟叶产质量^[1-3]。但绿肥腐解率快,释放养分快,与烤烟生长营养吸收规律存在不太一致的规律,因此,在实际生产中,还需配施有机肥,以保证烤烟整个生育期的营养供应。

有机肥属于缓释肥料,对当季及后茬作物的优质高产具有重要作用^[4]。羊粪属于农家有机肥,富含有机质和多种营养元素,能改善土壤结构,提高土壤肥力水平。目前,关于绿肥配施有机肥的研究,主要集中在绿肥翻压时增施不同有机肥对烤烟影响等方面^[5-6]。而绿肥播种前,提前增施有机肥对绿肥产量及后茬烤烟影响的报道较少。

本研究以饲用油菜为绿肥材料,探究饲用油菜播种前,增施不同量羊粪对饲用油菜产量和后茬烤烟品质、经济效益的影响,旨在为豫中烟区烟叶可持续发展提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试油菜品种选用丰油10号,由河南省农业科学院经济作物研究所提供。供试烟草品种为LY100,由河南省农业科学院烟草研究所提供。供试腐熟羊粪由当地农户提供。

1.2 试验设计

试验于2022—2023年在河南省洛阳市宜阳县高村镇桑元村实施,前茬为烤烟,烤烟收获后,将

烟秆移出大田,犁地翻耕,施羊粪。于2022年10月上旬播种饲用油菜,2023年4月中旬收割,收割后将油菜残茬和根部进行机械粉碎后翻压入大田,2023年5月8日移栽烟苗。饲用油菜种植前施用羊粪,采用单因素随机区组设计,设置3个施羊粪处理(3.0、4.5、6.0 t/hm²,分别记为低施、中施、高施羊粪处理)和种植油菜不施羊粪(CK1)及不种油菜施用羊粪(3.0 t/hm²)(CK2)2个对照,记为不施羊粪对照、不种油菜对照)。小区面积104 m²,烤烟行距1.3 m,株距0.6 m,每个处理3次重复。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 油菜干物质积累量测定 饲用油菜收割前,选取每个小区有代表性的1 m²油菜,将地上部进行收割,带回实验室,烘箱烘干后,称干质量,粉碎,计算地上部干物质积累量。

1.3.2 烤烟根系扫描及农艺性状调查 采用日本EPSON EXPRESSION 10000XL根系扫描仪于烤烟现蕾期进行烟株根系扫描,测定根长、根直径、根表面积和根体积。烤烟移栽后,分别于烤烟团棵期、现蕾期、圆顶期按照《YCT142—2010 烟草农艺性状调查测量方法》调查烟株株高、茎围、叶片数、最大叶长/叶宽、SPAD值。

1.3.3 烤后烟叶的物理特性及感官质量评价 各处理烟叶成熟后,将3个重复样品混匀后,随机选取C3F烟叶样品1 kg,按照文献[7]对烟叶进行外观质量评价。将烟叶样品去除叶脉、切丝,制成卷烟,由专业评吸人员进行感官质量评价。

1.3.4 烟叶经济性性状测定 烟叶成熟后,每个小区单独采收,单独编秆,挂牌、烘烤、分级,统计不同处理烟叶的产量、上等烟比例,根据小区面积计算产值。

1.4 数据分析

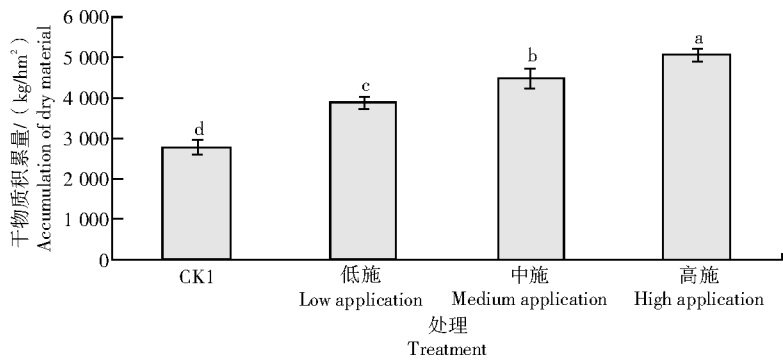
采用WPS office进行数据整理,采用DPS软件进行单因素方差分析,采用Origin 2021进行作图。

2 结果与分析

2.1 提前施用羊粪对饲用油菜干物质积累量的影响

从图 1 可以看出,与不施羊粪处理相比,施用

羊粪可以显著提高饲用油菜的干物质积累量($P<0.05$),且随着羊粪施用量的增加,饲用油菜干物质积累量越高。施用 6.0 t/hm² 的羊粪处理与不施羊粪处理相比,干物质积累量增加 82.32%。



不同小写字母表示各处理在 0.05 水平差异显著。下图同
Different lowercase letters indicated significant differences at the 0.05 level. The same as below

图 1 羊粪不同施用量下油菜的干物质积累量比较
Fig.1 Comparison of accumulation of dry material in rapeseed harvested under different application amounts of sheep manure

2.2 提前施用羊粪对烤烟农艺性状的影响

如表 1 所示。

种植油菜并施用羊粪对烤烟农艺性状的影响

表 1 种植油菜并施用羊粪对烤烟农艺性状的影响
Tab.1 Effect of planting rape and applying sheep manure on agronomic traits of flue-cured tobacco

生育期 Growth period	处理 Treatment	株高/cm Plant height	茎围/cm Stem girth	叶片数 Number of leaves	最大叶/cm Largest leaf		SPAD
					长 Long	宽 Wide	
团棵期 Resettling stage	CK2	10.87b		13.67b	38.57c	20.80ab	39.13a
	CK1	8.40c		12.33c	36.07c	19.80ab	38.47a
	低施	10.30b		13.00bc	36.10c	18.63b	39.67a
	中施	10.97b		14.00ab	42.43b	23.20a	39.50a
	高施	12.23a		14.33a	45.43a	23.07a	39.60a
现蕾期 Squaring stage	CK2	79.20c	10.57ab	24.67ab	68.17b	34.00b	47.03a
	CK1	60.47d	8.87c	22.67b	61.77c	27.50c	41.37b
	低施	75.00c	11.13a	23.67b	67.23b	32.50b	43.77b
	中施	90.27b	10.37ab	25.33a	74.07a	36.17ab	47.13a
	高施	114.50a	11.03a	25.33a	73.43a	37.73a	46.77a
圆顶期 Round top stage	CK2	114.67a	10.33c	27.33b	68.33c	30.23b	40.03a
	CK1	93.00c	10.43c	26.00b	73.17bc	30.03b	43.80a
	低施	109.67ab	10.17c	32.33a	62.10d	31.67b	43.80a
	中施	98.33bc	11.43b	27.67b	77.00b	30.83b	43.63a
	高施	97.67bc	12.47a	26.67b	83.83a	37.67a	42.07a

注:由于团棵期茎围较小,未调查。不同小写字母表示各处理在 0.05 水平差异显著。
Note: Because the stem girth was small, it was not investigated in this study. Different lowercase letters indicated significant differences at the 0.05 level.

从表 1 可以看出,施用羊粪可以明显提升烤烟团棵期长势,且施用越多长势越好。施用羊粪不

种油菜对照的烤烟长势优于不施羊粪对照和低施羊粪种植油菜处理。随着羊粪施用量的增加,株高、叶片数和最大叶长呈逐渐上升的趋势。各处理间 SPAD 值差异未达显著水平。施用羊粪处理可以显著提升现蕾期烤烟长势($P<0.05$),且施用越多长势越好,各项农艺指标中株高表现最为明显。施用羊粪处理可以促进烟株圆顶期发育,施用越多,烟株茎围和最大叶长/宽越大。

2.3 提前施用羊粪对烤烟根系特征的影响

从图 2 可以看出,在现蕾期烟株根长、根表

面积和根体积方面,不同处理均表现为不施<低施<不种<中施<高施,其中根表面积方面,除中施处理和高施处理间无显著差异外,其余处理间差异显著($P<0.05$);在根长和根体积方面,各处理间差异均达显著水平($P<0.05$),说明施用羊粪可以显著增加现蕾期烤烟根长、根表面积和根体积,且随着施用量的增加增加效果越明显;而根直径则正好相反,随着羊粪施用量的增加,呈下降趋势。

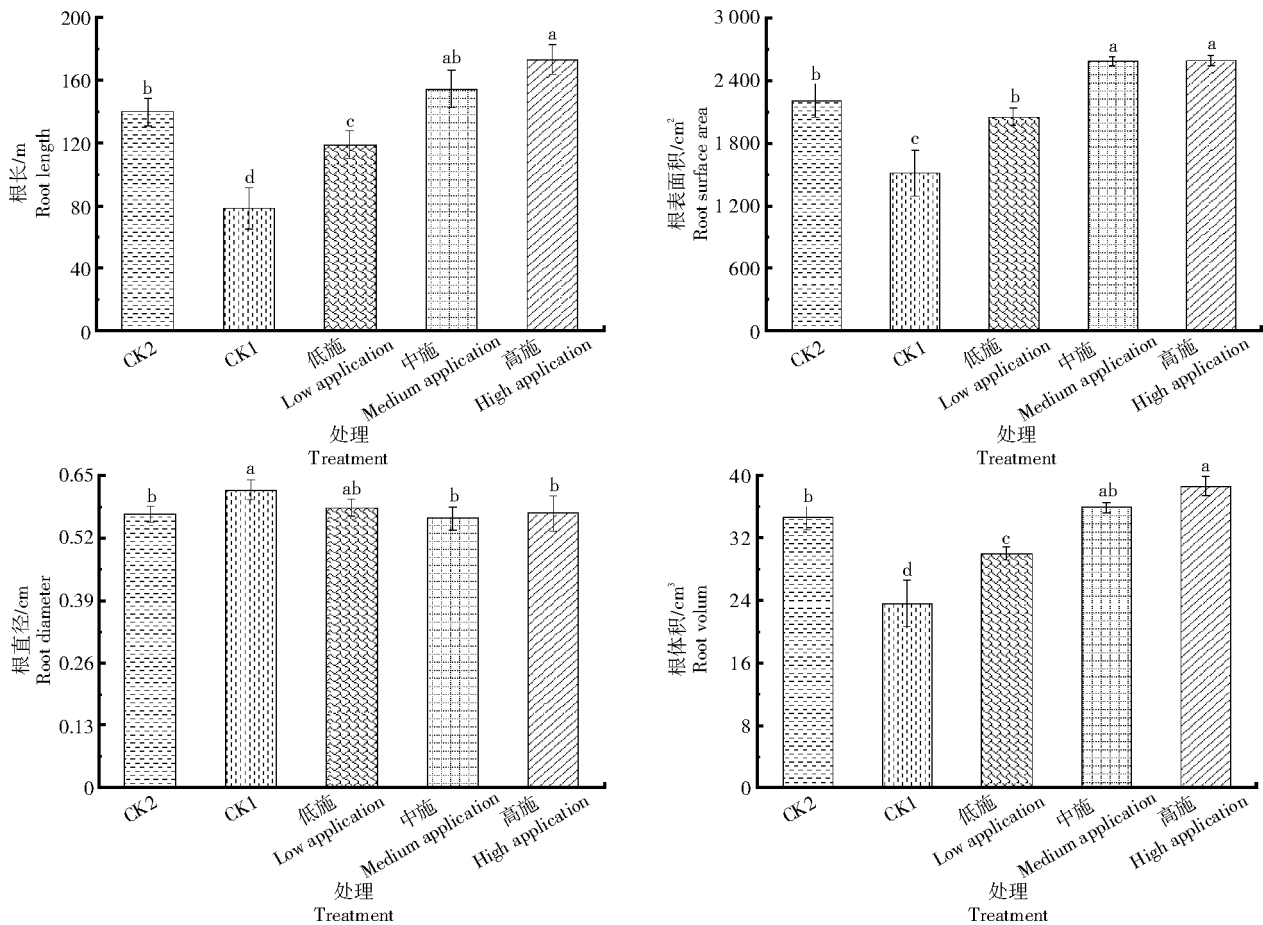


图 2 不同羊粪施用量下烤烟现蕾期根系特征

Fig.2 Root system characteristics of flue-cured tobacco at the squaring stage under different application amounts of sheep manure

2.4 提前施用羊粪对烤烟经济性状的影响

从图 3 可以看出,在烤烟产量方面,不施对照显著低于其他处理($P<0.05$),其中低施、中施、高施处理间无显著差异;在烤烟年产值方面,不施<不种<低施<高施<中施,各处理间差异达显著水平($P<0.05$);在烤烟上等烟占比方面,不种对照略高于不施对照,2 个处理均显著低于低施、中

施、高施处理($P<0.05$);在烤烟均价方面,不种对照和不施对照间无显著差异,但 2 个处理均显著低于低施、中施、高施处理($P<0.05$)。综合来看,提前施用羊粪可以提高烟叶产量、产值、上等烟比例和均价,其中,施用 4.5 t/hm²羊粪处理烤烟的经济效益最好。

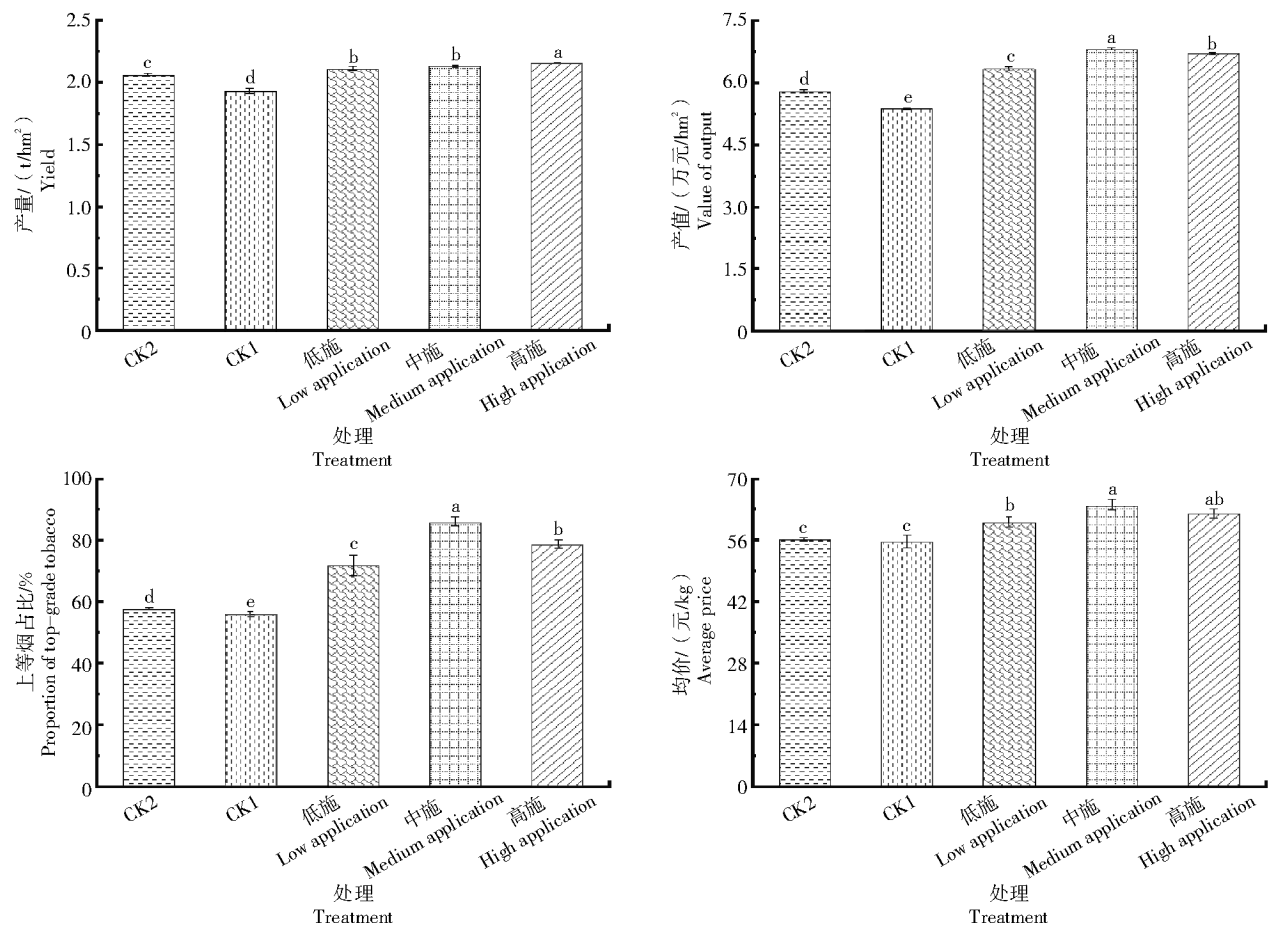


图3 不同羊粪施用量下烤烟的经济性状比较

Fig.3 Comparison of economic traits of flue-cured tobacco under different application amounts of sheep manure

2.5 提前施用羊粪对烤后烟叶质量的影响

从表2可以看出,在烤烟颜色和结构方面,CK2<CK1<中施=高施<低施;在成熟度和油分方面,各处理间无差异;在身份和色度方面,不种对照和不施对照分值一样,均低于低施、中施和高

施处理。与不种油菜和不施羊粪对照相比,冬闲烟田种植油菜并提前施用羊粪可以改善烤后烟叶颜色、增加烟叶疏松度、增加烟叶色度。从烟叶外观质量总分来看,低施羊粪处理烤后烟叶的外观质量最好。

表2 不同羊粪施用量下烟叶的外观质量

Tab.2 Appearance quality of tobacco leaves under different application amounts of sheep manure

处理 Treatment	颜色 Colour	成熟度 Maturity	结构 Structure	身份 Identity	油分 Oil spills	色度 Chrominance	总分 Total points
CK2	7.3	8	7.2	7.0	7.5	7.5	75.15
CK1	7.5	8	7.5	7.0	7.5	7.5	75.75
低施 Low application	8.5	8	8.0	7.8	7.5	7.8	76.65
中施 Medium application	8.3	8	7.8	8.0	7.5	7.7	76.35
高施 High application	8.3	8	7.8	7.8	7.5	7.8	75.35

从表3可以看出,冬闲烟田种植油菜并提前施用羊粪中施、高施处理能提高烟叶感官质量评分。其中,中施羊粪处理烤后烟叶香气质感好、香气量和香气浓度比较足、烟气清晰透发、劲头大、略有

刺激性、余味较舒适;而高施羊粪处理烤后烟叶香气质感一般、香气量和香气浓度较低、劲头大、刺激略大、余味舒适。综合来看,中施羊粪处理烤后烟叶的感官质量最好。

表 3 不同羊粪施用量下烟叶的感官质量

Tab.3 Appearance quality of tobacco leaves under different application amounts of sheep manure

处理 Treatment	香气质 Aroma quality	香气量 Aroma volume	透发性 Penetra- bility	浓度 Potency	柔细度 Softness	杂气 Offen- sive odor	劲头 Strength	刺激性 Irritant	余味 After- taste	燃烧性 Combu- stibility	灰色 Ash co- lour	总分 Total points
CK2	6.0	6.0	5.9	6.4	6.0	5.6	6.0	6.0	5.5	7.0	7.0	66.58
CK1	6.0	6.1	6.0	6.5	6.0	6.0	6.0	6.0	5.8	7.0	7.0	67.72
低施 Low application	6.1	6.2	6.3	6.3	6.2	5.8	6.0	6.0	5.6	7.0	7.0	67.46
中施 Medium application	6.2	6.3	6.2	6.5	6.1	6.0	6.5	6.2	5.8	7.0	7.0	69.46
高施 High application	6.1	6.0	6.0	6.3	6.1	6.0	6.7	6.0	5.9	7.0	7.0	68.50

3 结论与讨论

有机肥营养物质含量丰富,能为作物生长提供更全面、平衡、长期的养分^[8]。刘金蓉等^[9]研究发现,增施腐熟羊粪可提高马铃薯的品质和产量,获得较高的经济效益。陈昆等^[10]研究发现,羊粪与化肥减量配施能提升西瓜的营养品质、增加其产量。王田利^[11]研究发现,施用腐熟羊粪的苹果着色鲜艳、果实含糖量提高、产量增加。本研究结果表明,与不施羊粪处理相比,施用羊粪可以显著提高饲用油菜的产量,且随着羊粪施用量的增加,饲用油菜产量越高,当施用 6.0 t/hm² 的羊粪时,饲用油菜的产量增加 82.32%。与前人的研究结果一致,这是因为羊粪含有丰富的有机质和大量微生物,能促进土壤微生物繁殖生长,不仅能改善土壤结构、增加土壤通气性和保水性,还能促进土壤有机物的分解和转化,为饲用油菜的生长提供丰富的营养物质^[12-13]。收割饲用油菜不仅能为烟农增加额外收益,残茬作为绿肥与前期施用的羊粪相互作用,还能共同为土壤和烟株生长提供丰富的营养物质^[14-19]。本研究发现,施用羊粪可以明显提升团棵期和现蕾期烤烟长势,且施用越多长势越好。因为羊粪属于有机肥,里面不仅含有快速分解的速效养分,还有缓慢分解的迟效养分,所以,羊粪既能为饲用油菜生长提供养分,还能为后茬烤烟生长提供营养物质^[20-21]。另外,本研究还发现,团棵期和现蕾期时,施用羊粪不种油菜处理烤烟长势优于不施羊粪和低施羊粪种植油菜处理,这是因为不施羊粪处理即只种油菜不施羊粪,能为烟株生长提供营养的只有油菜残茬腐解物,低施羊粪处理即种植油菜低施羊粪处理,其油菜残茬腐解所产生的营养物质,不足以抵消油菜生长期所消耗羊粪养分,而不种处理即施用羊粪不种油菜

处理其羊粪所分解的营养成分,几乎全部供给烟株,所以,其烟株长势更好一些。

烤烟根系不仅是运输水分和养分的吸收器官,也是合成烟碱、氨基酸等化合物的功能器官,培养强大的烤烟根系是烤烟优质适产的关键^[22]。本研究结果表明,与不施羊粪和不种油菜相比,施用羊粪并种植油菜可以显著增加现蕾期烤烟根长、根表面积和根体积,且随着羊粪施用量的增加效果明显;而根直径则正好相反,随着羊粪施用量的增加,呈下降趋势。原因可能是由于羊粪具有长效缓释作用,使烟株根系得到持续的养分供应,随着羊粪施用量的增加,羊粪分解释放的养分物质增多,根系可吸收的营养物质也增加,从而促进根系生长发育;另外,油菜茬翻压还田作为绿肥,也为烟株根系发育提供了良好的营养成分,使烟株根长、根表面积和根体积增加^[23-25]。

施用有机肥和绿肥掩青对烤烟经济性状、外观质量、感官质量等均有较大影响。经济性状不仅反映了烟叶田间长势和产量,也决定了农户的收益,是农户种烟积极性的关键^[25]。本研究中,种植饲用油菜并施用羊粪可以提高烟叶产量、产值、上等烟比例和均价等经济性状,尤其施用 4.5 t/hm² 羊粪处理的烟叶产值、上等烟比例和均价分别比不施羊粪对照提高了 26.92%、53.51%、15.09%。有研究表明^[4],施用有机肥能提高烟株生长前期烟叶叶绿素含量,保证后期烟叶叶绿素的正常降解,呈现正常落黄现象,而有机肥施用过高会导致烟叶成熟后期叶绿素含量过高,不能正常降解,使烟叶贪青晚熟,外观品质下降。本研究结果表明,冬闲烟田种植油菜并施用羊粪可以改善烤后烟叶颜色、结构、身份和色度,其中低施羊粪处理烤后烟叶外观质量最佳,中施羊粪处理次之。这与前人研究结果一致。烟叶化学成分协调下,才能使烟

气醇和、杂气轻、辛辣刺激适中、吃味舒适,感官质量评分高^[26]。有文献报道^[16],种植油菜绿肥会使烟叶协调性好,能明显增加烟叶香气质,减少杂气和刺激性,余味更舒适。在本研究中,冬闲烟田种植油菜可以提高烤后烟叶的感官质量,其中种植油菜并施用4.5 t/hm²的腐熟羊粪处理烤后烟叶香气质、香气量、透发性、浓度、柔细度、杂气、劲头、刺激性和余味均更佳,其感官质量在所有处理中最好。

冬闲烟田种植饲用油菜并施用羊粪,能显著提高饲用油菜的产量,有利于促进后茬烤烟生长发育、改善烤烟外观质量、提高烟叶感官质量,烟叶产量、产值、上等烟比例和均价等经济性状也大幅增加。综合来看,冬闲烟田种植油菜并施用4.5 t/hm²的腐熟羊粪时饲用油菜产量相对较高,烟叶产值最高,烟叶质量最佳。

参考文献:

- [1] 廖恒,况胜剑,王文华,等. 烤烟绿肥的研究进展[J]. 农技服务, 2021, 38(10): 62-66.
LIAO H, KUANG S J, WANG W H, et al. Research progress of flue-cured tobacco green manure[J]. Agricultural Technology Service, 2021, 38(10): 62-66.
- [2] 芦海灵,张翔,李亮,等. 深耕和绿肥掩青条件下生物炭对烟叶产质量和土壤养分的影响[J]. 烟草科技, 2021, 54(5): 14-22.
LU H L, ZHANG X, LI L, et al. Effects of biochar on tobacco yield, quality and soil nutrients under deep tillage and green manure treatments[J]. Tobacco Science & Technology, 2021, 54(5): 14-22.
- [3] 程培军,郝浩浩,张翔,等. 不同绿肥品种部分替代化肥对烟叶质量及土壤肥力的影响[J]. 山西农业科学, 2021, 49(7): 882-887.
CHENG P J, HAO H H, ZHANG X, et al. Effects of partial replacement of chemical fertilizers with different green manure varieties on tobacco leaf quality and soil fertility[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2021, 49(7): 882-887.
- [4] 周晓,朱旭,阚宏伟,等. 配施不同比例有机肥对烤烟光合作用及产质量的影响[J]. 广西农业科学, 2009, 40(5): 517-520.
ZHOU X, ZHU X, KAN H W, et al. Effects of combined application with different ratios of organic fertilizers on photosynthesis, yield and quality of flue-cured tobacco[J]. Guangxi Agricultural Sciences, 2009, 40(5): 517-520.
- [5] 程培军,李翔,唐培培,等. 不同绿肥掩青下增施有机肥对烤烟及土壤性状的影响[J]. 贵州农业科学, 2024, 52(8): 62-69.
CHENG P J, LI X, TANG P P, et al. Effects of adding organic fertilizer on flue-cured tobacco and soil characteristics under the condition of different embedded green manures[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2024, 52(8): 62-69.
- [6] 肖亦雄,周孚美. 绿肥与有机肥配施对土壤养分及烟叶产质量的影响[J]. 湖南农业科学, 2017(4): 61-63.
XIAO Y X, ZHOU F M. Effects of green manure combined with organic fertilizer on soil nutrients and tobacco yield and quality[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2017(4): 61-63.
- [7] 中国烟叶生产购销公司. 烤烟分级国家标准培训教材[M]. 北京: 中国标准出版社, 2004: 95-109.
China Tobacco Production and Sales Company. Flue-cured tobacco grading standard[M]. Beijing: China Standards Press, 2004: 95-109.
- [8] 王建岭,王震,张强,等. 化肥减量配施有机肥对沙土地紫花苜蓿生产性能及肥料利用率的影响[J]. 现代农业研究, 2024, 30(10): 57-63.
WANG J L, WANG Z, ZHANG Q, et al. Effect of fertilizer reduction combined with organic fertilizer on production performance and nutrient utilization of alfalfa in sand land[J]. Modern Agriculture Research, 2024, 30(10): 57-63.
- [9] 刘金蓉,李永德,芦娟,等. 黄沙地马铃薯生产中腐熟羊粪的应用效果研究[J]. 农业科技与信息, 2024(6): 36-38.
LIU J R, LI Y D, LU J, et al. Study on application effect of decomposed sheep manure in potato production in yellow sand land[J]. Agricultural Science-Technology and Information, 2024(6): 36-38.
- [10] 陈昆,王红军,姜晓君,等. 羊粪与化肥减量配施对西瓜形态建成、生理特性及土壤微环境的影响[J]. 江苏农业科学, 2024, 52(14): 149-155.
CHEN K, WANG H J, JIANG X J, et al. Influences of chemical fertilizer reduction combined with sheep manure on morphogenesis, physiological characteristics, and soil microenvironment of watermelon[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2024, 52(14): 149-155.
- [11] 王田利. 腐熟羊粪在苹果生产中的应用效果试验[J]. 果树资源学报, 2023, 4(1): 38-40.
WANG T L. Application effect test of rancid sheep dung in apple production[J]. Journal of Fruit Resources, 2023, 4(1): 38-40.
- [12] 吴远海,吴盛清,姚富,等. 羊粪有机肥对提高香榧果园土壤肥力及产量的影响[J]. 浙江农业科学, 2022, 63(9): 2009-2011.
WU Y H, WU S Q, YAO F, et al. Effect of sheep manure application on soil fertility and yield of *Torreya grandis*[J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2022, 63(9): 2009-2011.
- [13] 崔淑玲,吕占宏,贺芳,等. 羊粪—腐殖酸有机肥颗粒试制及施用效果试验[J]. 农业开发与装备, 2022(8): 163-165.
CUI S L, LÜ Z H, HE F, et al. Trial production and application effect test of sheep manure-humic acid organic fertilizer particles[J]. Agricultural Development & Equipments, 2022(8): 163-165.
- [14] 彭有亮,费良军,刘小刚,等. 减量施肥耦合调亏灌溉对于热区芒果产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥科学报, 2022, 28(3): 521-531.
PENG Y L, FEI L J, LIU X G, et al. Effect of reduced fertilization and regulated deficit irrigation coupling on yield and quality of mango in a dry-hot region[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 2022, 28(3): 521-531.

- [15] WANG Y Z,ZHANG X Y,LIU X W, et al. The effects of nitrogen supply and water regime on instantaneous WUE, time-integrated WUE and carbon isotope discrimination in winter wheat[J]. Field Crops Research, 2013, 144: 236-244.
- [16] 吴照辉,孙计平,郭芳阳,等. 适宜冬闲烟田种植的菜肥两用油菜基因型筛选[J]. 河南农业科学, 2022, 51(7): 51-60.
- WU Z H, SUN J P, GUO F Y, et al. Vegetable and fertilizer dual-purpose rapeseed genotypes suitable for winter fallow tobacco fields[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2022, 51(7): 51-60.
- [17] 王鑫蕊,李巧云,关欣. 油菜作绿肥和蔬菜利用研究进展[J]. 作物研究, 2015, 29(5): 555-557.
- WANG X X, LI Q Y, GUAN X. Research progress of rape as green manure and vegetable utilization[J]. Crop Research, 2015, 29(5): 555-557.
- [18] 覃勇,杨丽丽,邓小华,等. 绿肥还田量对烤烟生长发育和产质量的影响[J]. 天津农业科学, 2015, 21(2): 119-122.
- QIN Y, YANG L L, DENG X H, et al. Effects of different amount of green manure returned to field on flue-cured tobacco growth, development, yield and quality[J]. Tianjin Agricultural Sciences, 2015, 21(2): 119-122.
- [19] 张靓,梁小玉,胡远彬,等. 不同牛羊粪替代对燕麦饲草产量和土壤肥力的影响[J]. 四川农业大学学报, 2024, 42(4): 918-926.
- ZHANG J, LIANG X Y, HU Y B, et al. Impact of varying substitution rates of cattle and sheep manure on oat forage yield and soil fertility[J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 2024, 42(4): 918-926.
- [20] 陶志影,张林,刘凯,等. 农业废弃物有机肥发酵工艺研究现状与展望[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(10): 69-72.
- TAO Z Y, ZHANG L, LIU K, et al. Research current status and prospects of fermentation process of organic waste organic fertilizers[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2020, 48(10): 69-72.
- [21] 颜振峰,林晶晶,郑静,等. 大棚芦笋施用羊粪对果茎产量和商品性的影响[J]. 安徽农业科学, 2024, 52(17): 152-155.
- YAN Z F, LIN J J, ZHENG J, et al. The effect of applying sheep manure to greenhouse *Asparagus* on fruit stem yield and commerciality[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2024, 52(17): 152-155.
- [22] WAKASE S, SASAKI H, ITOH K, et al. Investigation of the microbial community in a microbiological additive used in a manure composting process[J]. Bioresource Technology, 2008, 99(7): 2687-2693.
- [23] 张玺,李大西,雷佳,等. 有机肥施用对植烟土壤和烤烟产质量影响的研究进展[J]. 贵州农业科学, 2023, 51(2): 23-34.
- ZHANG X, LI D X, LEI J, et al. Research progress of effect of organic fertilizer application on tobacco-planting soil, yield and quality of flue-cured tobacco[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2023, 51(2): 23-34.
- [24] 李艳平,任天宝,李建华,等. 烟秆有机肥对烤烟根系发育和矿质元素含量的影响[J]. 中国烟草科学, 2016, 37(6): 21-26.
- LI Y P, REN T B, LI J H, et al. Effects of combined tobacco stem organic fertilizer on root development and mineral element contents of flue-cured tobacco[J]. Chinese Tobacco Science, 2016, 37(6): 21-26.
- [25] 夏融,童文杰,马二登,等. 绿肥掩青对连作烟田土壤性质及烤烟产质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(7): 165-170.
- XIA R, TONG W J, MA E D, et al. Effects of different green manure application on soil physical and chemical properties, yield and quality of flue-cured tobacco in continuous cropping field[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2023, 51(7): 165-170.
- [26] 张嘉雯,卢绍浩,赵铭钦,等. 施氮量对四川雪茄烟叶碳氮代谢及品质的影响[J]. 作物杂志, 2021(4): 159-165.
- ZHANG J W, LU S H, ZHAO M Q, et al. Effects of nitrogen application rates on carbon and nitrogen metabolism and quality of cigar leaves in Sichuan[J]. Crops, 2021(4): 159-165.