

烤烟 - 蚕豆轮作下施肥模式对烤烟产值量及病害发生的影响

姜晓美^{1*}, 田临卿², 李作森¹, 保志娟¹, 史朝军¹, 周桂凤^{1#}

¹云南农业大学烟草学院, 云南 昆明

²云南省烟草公司昆明市公司宜良分公司, 云南 昆明

收稿日期: 2024年3月17日; 录用日期: 2024年4月15日; 发布日期: 2024年4月22日

摘要

试验以云南宜良植烟区烤烟 - 蚕豆轮作模式为研究对象, 通过田间试验, 分析蚕豆秸秆还田及土壤改良剂施用后对烤烟生长发育及田间主要病害发生的影响。结果表明, 在烟株生育中后期, 与当地常规施肥处理相比, 进行秸秆还田、添加土壤改良剂或者适当减少氮肥施用, 对烟株的生长发育有明显的促进作用。常规施肥 + 秸秆还田处理下田间普通花叶病发病率显著高于不施肥处理, 但其他处理间差异不显著; 常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田处理和减氮10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田处理下的AUDPC值显著低于不施肥处理、常规施肥处理及常规施肥 + 秸秆还田处理下的AUDPC值。在当地常规施肥处理下进行秸秆还田可有效提高烟叶的产量和产值。综上所述, 在本试验条件下, 当地常规施肥基础上进行秸秆还田, 添加土壤改良剂对促进烟株中后期生长发育、降低普通花叶病对烟株生长发育的影响及产值量方面有明显的促进作用。

关键词

施肥措施, 烤烟, 产值量, 病害发生

Effects of Different Fertilization Treatments on Yield and Disease Occurrence of Flue-Cured Tobacco in Flue-Cured Tobacco and Broad Bean Rotation System

Xiaomei Jiang^{1*}, Linqing Tian², Zuoseng Li¹, Zhijuan Bao¹, Chaojun Shi¹, Guisu Zhou^{1#}

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 姜晓美, 田临卿, 李作森, 保志娟, 史朝军, 周桂凤. 烤烟-蚕豆轮作下施肥模式对烤烟产值量及病害发生的影响[J]. 农业科学, 2024, 14(4): 457-464. DOI: 10.12677/hjas.2024.144058

Abstract

In the flue-cured tobacco-broad bean rotation system, which was located in Yiliang, the effects of returning broad bean straw to the field and the application of soil amendments on the growth and development of flue-cured tobacco and the occurrence of major diseases in the field were analyzed by a field experiment. The results showed that compared with local conventional fertilization treatment, straw returned to the field, added soil amendments, or appropriately reduced nitrogen fertilizer application promoted the growth and development of tobacco plants, significantly, especially during the middle and later stages of tobacco plant growth. The incidence of common mosaic disease in the field under the treatment of conventional fertilization + straw returning to the field was significantly higher than that of the treatment without fertilization, but the differences between other treatments were not significant. The AUDPC value under the treatment of amendment + straw returning to the field was significantly lower than the AUDPC value under the treatment of no fertilization, conventional fertilization and conventional fertilization + straw returning. Returning straw to the field under local conventional fertilization treatment effectively increased the yield and value of tobacco leaves. In conclusion, under the conditions of this experiment, returning straw to the field on the basis of local conventional fertilization and adding soil amendments promoted the growth of tobacco plants during the middle and late stages, reduced the impact of common mosaic diseases on the growth of tobacco plants, and increased the output value effectively.

Keywords

Fertilization Measures, Flue-Cured Tobacco, Yield, Diseases Occurrence

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来在云南高原湖泊流域植烟区大面积推广以烤烟-蚕豆轮作为主的种植模式,旨在保护农田生态环境,减少肥料排放造成的面源污染[1]。姚金玲等人在对洱海流域不同轮作和施肥方式的研究中发现,当地常规种植烤烟的施肥量偏高,易造成土壤径流氮磷流失,总氮和总磷流失量分别达到 5907.00 g·hm⁻² 和 821.25 g·hm⁻² [2]。烤烟是一种特殊的叶用经济作物,其生长发育和质量的形成除了与各种生态因子的影响有关之外,还与施肥模式、种植制度密切相关。黄平娜在对绿肥-烟-稻轮作系统中的研究发现稻-烟-绿肥轮作制度下可提高烤烟产量 10%~20%,提高水稻产量 20%~40%,而在长期烤烟/玉米轮作和化肥有机肥配施条件下烤烟的产量和品质得到了显著的提高,促进了土壤氮、钾素的转化,增加了土壤有效态氮和钾的含量,提高了土壤酶活性和微生物生物量[3]。

进行秸秆还田不但可以降低生产过程中肥料的使用,节约成本,而且还可以增加土壤微生物种类,一定程度上降低病害的流行程度。张洋等人的研究表明,秸秆还田可以促进烤烟株高、茎围等农艺性状

的生长、明显促进上二棚烟叶的生长[4]。在水旱轮作模式下，也发现适量的水稻秸秆还田可以丰富土壤微生物结构，减轻土传病害的传播，降低云烟 87 病害的发生，同时可以显著提高烟叶产量和产值[5]。近年来随着生产技术的不断发展，土壤改良剂逐步被运用于烤烟的生产实际中，研究表明土壤改良剂具有提高烤烟生产力、提升烤后烟叶化学成分、改善长期连作和根际碳氮代谢的作用[6]，同时施用土壤改良剂可降低肥料施用量，增加土壤钾素库容、供钾能力及氮磷素的吸收利用率[7] [8]。

作为云南重要的经济作物，到 2024 年，云南省烟叶种植面积和烤烟产量分别稳定在 600 万亩、1650 万担左右，全产业链产值达到 2350 亿元。为保护生态环境，烤烟 - 豆科作物轮作模式是云南省高原湖泊流域植烟区的主要种植模式之一，为进一步探明秸秆还田、土壤改良剂施用对烤烟生长发育的影响，本文以云南宜良植烟区烤烟 - 蚕豆轮作模式为研究对象，通过田间试验，分析蚕豆秸秆还田及土壤改良剂施用后对烤烟生长发育及田间主要病害发生的影响，以期为烤烟 - 蚕豆轮作下优质烤烟生产提供一定的理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

2.1.1. 试验时间及地点

2023 年 4 月~2023 年 10 月于云南省昆明市宜良县汤池镇进行田间试验。供试土壤养分含量见表 1。

Table 1. Basic fertility status of soil before flue-cured tobacco transplanting

表 1. 烤烟种植前土壤基本肥力情况

pH	有机质 (g/kg)	水解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	全氮 (mg/kg)	全磷 (mg/kg)	全钾 (mg/kg)
7.80	11.21	34.19	18.73	120.20	0.59	1.23	19.35

2.1.2. 试验材料

烤烟品种为红花大金元，由当地烟草公司提供。试验所用肥料为：烟草专用复合肥(N:P₂O₅:K₂O = 12:10:24)，烟草专用肥硝酸钾(K₂O ≥ 44.5%，N ≥ 13.5%)、农用硫酸钾(K₂O ≥ 52%)。

2.1.3. 试验设计

采用随机区组试验设计，设 5 个处理，分别为不施肥、当地常规施肥、当地常规施肥 + 秸秆还田、当地常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田、减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田，3 次重复，共计 15 个小区。每个小区 90 株，随机区组排列，株行距 120 cm × 45 cm，于 2023 年 4 月 25 日进行膜下小苗移栽，苗龄 35 d。当地常规施肥每公顷施纯氮 70.8 kg；减氮 10%，每公顷施纯氮 66.45 kg，基肥和追肥比例均为 6:4；秸秆还田为蚕豆秸秆还田，还田量为每公顷还田 4500 kg。土壤改良剂分别于移栽前 24 h 内施用和移栽后 20 d 内施用，两次施用量共为 0.6 g/株。其他管理措施依据当地优质烤烟生产技术规范进行。

2.2. 测定项目及方法

2.2.1. 农艺性状测定

在移栽后 45 ds、70 ds、90 ds 时，以小区为单位，选取长势一致的烟株 10 株，对烟株株高、茎围、节距、最大叶长、最大叶宽进行测量，并计算最大叶片面积。调查方法按照中华人民共和国烟草行业标准农艺性状调查方法进行[9]。最大叶面积计算公式如下[10]：

最大叶面积(S) = 校正系数(K) × 所测叶片最大叶长(L) × 最大叶宽(D)，红花大金元的校正系数按照

0.6345 计算。

2.2.2. 病害测定

在移栽后 70 ds、90 ds 时, 以小区为单位, 依据 YC/T39-1996 调查田间烟草花叶病的发病情况[11], 并计算发病率、病情指数和病程进展曲线下面积(AUDPC)。

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{x_{i+1} + x_i}{2} \right) (t_{i+1} - t_i);$$

其中, x_i 为第 i 次调查时的病情指数, n 为调查的总次数, $(t_{i+1} - t_i)$ 是相邻两次调查间相隔的天数[12]。

2.2.3. 烟叶经济性状指标测定

烟叶成熟时挂牌采收烘烤, 以小区为单位, 按国家烟叶分级标准计算烟叶产量、产值、中上等烟比例。产值按 2023 年收购价计算。

2.3. 数据分析

采用 Excel 2007 对原始数据进行整理, 利用 SPSS26.0 进行数据统计分析, 用 Duncan 新复极差法进行方差分析, 其中小写字母 a、b、c 等代表 95% 置信区间, 5% 显著水平。

3. 结果分析

3.1. 不同施肥处理对烤烟 - 蚕豆轮作条件下烟株主要生育期农艺性状的影响

Table 2. Effect of different treatments on agronomic traits of tobacco plants during the main growth periods
表 2. 不同处理对主要生育期下烟株农艺性状的影响

移栽后天数	处理	株高(cm)	茎围(cm)	节距(cm)	最大叶面积(cm ²)
45 ds	不施肥	33.27c	6.22bc	2.34a	741.48ab
	常规施肥	35.52ab	6.20bc	2.35a	762.32ab
	常规施肥 + 秸秆还田	36.41a	6.27b	2.34a	793.66ab
	常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田	33.86c	6.13c	2.28a	708.33b
	减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田	34.77bc	6.51a	2.28a	803.14a
70 ds	不施肥	89.54b	8.72d	4.09ab	1649.98b
	常规施肥	102.73a	9.66c	4.24a	2311.69a
	常规施肥 + 秸秆还田	106.87a	10.36b	4.15ab	2262.45ab
	常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田	106.20a	10.61b	3.91b	2079.16ab
	减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田	109.23a	11.10a	4.02ab	2145.05ab
90 ds	不施肥	91.75d	8.86d	4.25b	1434.80b
	常规施肥	100.27c	9.81c	4.49ab	1816.16b
	常规施肥 + 秸秆还田	107.80b	10.62b	4.65a	2250.06a
	常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田	114.14a	11.19a	4.72a	2517.75a
	减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田	115.50a	11.46a	4.70a	2665.98a

注: 表中的小写字母 abc 代表 5% 差异(以下同)。

从主要生育期下烟株主要农艺性状的分析结果可以看出, 不同施肥处理对烟株主要农艺性状有不同程度的影响(表 2)。移栽后 45 ds 时, 常规施肥 + 秸秆还田处理下烟株的株高显著高于不施肥处理、常规

施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田、减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田, 分别比这三个处理高出了 9.44%、7.53% 及 4.72%, 但与当地常规施肥处理下的株高差异不显著。移栽后 70 ds 时, 当地常规施肥、常规施肥 + 秸秆还田、常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田、减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田 4 个处理之间的株高差异不显著, 但这 4 个处理下的株高均显著高于不施肥处理。移栽后 70 ds 时, 常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田、减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田两个处理下的株高显著高于其它处理下的株高, 但两者之间的差异不显著。综合来看, 随着烟株生育期的推移, 不同处理对烟株株高的影响不同。不施肥处理下烟株株高在各个生育期时均显著低于其他处理, 表明适当的施肥可以显著提升烟株的株高。在当地常规施肥的基础上进行秸秆还田、添加土壤改良剂或者减少氮肥的施用对烟株株高的影响主要集中在移栽后 70 ds 到 90 ds 时。

从移栽后 45 ds 到移栽后 90 ds 间, 减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田处理对烟株茎围均有显著性影响, 均显著高于不施肥、当地常规施肥处理、常规施肥 + 秸秆还田处理下的茎围。如在移栽后 45 ds 时, 减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田处理下的茎围比当地常规施肥处理下的茎围增加的 5.00%。移栽后 45 ds 时, 不同施肥处理对烟株的节距影响不显著, 各处理对烟株茎围的影响主要集中在烟株生长发育中后期。如在移栽后 90 ds 时, 常规施肥 + 秸秆还田、常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田、减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田三个处理下的茎围显著高于不施肥处理, 但与当地常规施肥处理间差异不显著。

从不同时期的最大叶面积来看, 在烟株生育前期, 常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田处理下最大叶面积显著低于减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田处理; 移栽后 70 ds 时, 不施肥处理下的最大叶面积显著低于常规施肥处理, 但当地常规施肥处理与常规施肥 + 秸秆还田、常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田 3 个处理间差异不显著。在烟株生育后期, 当地常规施肥处理下的烟株的最大叶面积显著低于添加了秸秆、土壤改良剂或者减氮处理下的最大叶面积。综上所述, 在当地常规施肥的基础上, 进行秸秆还田、添加土壤改良剂或者适当减少氮肥施用, 对烟株主要生育期下的生长发育没有显著地负面影响, 相反在烟株生育中后期, 这些处理对烟株的生长发育有明显的促进作用。

3.2. 不同施肥处理对烤烟 - 蚕豆轮作条件下对烟株田间普通花叶病发生的影响

在对田间普通花叶病发生情况的调查中发现, 移栽后 70 ds 时各个处理对烟叶普通花叶病发病率和病情指数均有显著性影响, 但在移栽后 90 ds 时各处理间差异不显著(表 3)。移栽后 70 ds 时, 当地常规施肥 + 秸秆还田、常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田、减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田处理下普通花叶病发病率显著高于不施肥处理, 与常规施肥处理差异不显著; 但常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田处理下花叶病的病情指数显著低于当地常规施肥处理和不施肥处理。表明在当地常规施肥的基础上进行秸秆还田, 或者添加土壤改良剂, 减少氮肥施用可显著降低烟株田间花叶病发生的严重程度。

Table 3. Effect of different treatments on the incidence and disease index of common mosaic disease

表 3. 不同处理对田间普通花叶病发生的影响

移栽后天数	处理	发病率(%)	病情指数
70 ds	不施肥	60.00b	33.33a
	常规施肥	80.00ab	33.33a
	常规施肥 + 秸秆还田	93.33a	26.98ab
	常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田	100.00a	21.48b
	减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田	100.00a	25.93ab

续表

90 ds	不施肥	60.00a	11.11a
	常规施肥	66.67a	8.55a
	常规施肥 + 秸秆还田	66.67a	8.15a
	常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田	60.00a	6.67a
	减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田	66.67a	7.41a

AUDPC 作为衡量病害严重程度的指标, 其值的大小反映的是病害整个发生期的发生程度[12]。从图 1 中可以看出, 常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田处理和减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田处理下的 AUDPC 值显著低于不施肥处理、常规施肥处理及常规施肥 + 秸秆还田处理下的 AUDPC 值。表明适当减少氮肥的施用及进行秸秆还田、添加土壤改良剂可明显降低普通花叶病在烟株主要生长期发生的严重程度。

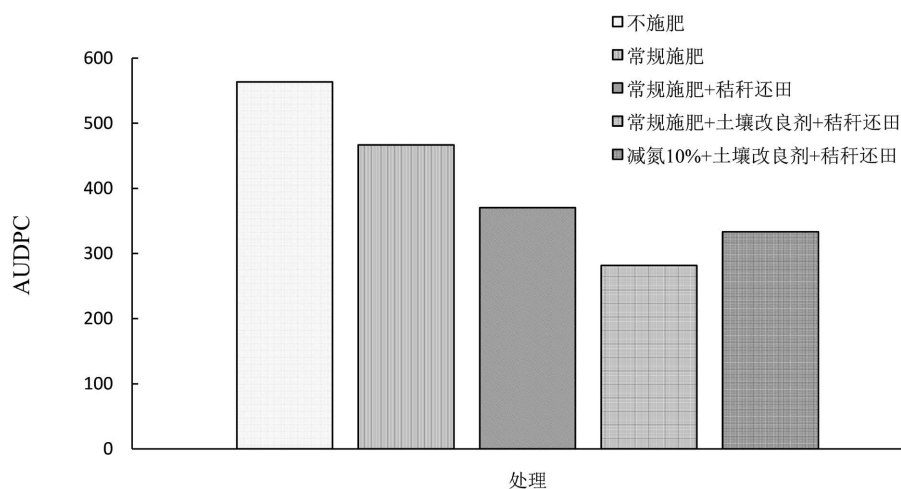


Figure 1. Comparison of AUDPC of different treatments on common mosaic disease in the field
图 1. 不同处理下烟株田间普通花叶病 AUDPC 值的比较

3.3. 不同施肥处理对烤烟 - 蚕豆轮作条件下烟叶产值量的影响

Table 4. Effect of different treatments on the yield and value of flue-cured tobacco
表 4. 不同处理对烟叶产值量的影响

处理	产量(kg/hm ²)	产值(元/hm ²)	中上等烟比例(%)
不施肥	2105.25b	49300.00c	64.35a
常规施肥	2571.00a	54200.00bc	60.16a
常规施肥 + 秸秆还田	2814.00a	68000.00a	65.81a
常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田	2563.50a	58700.00b	63.69a
减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田	2137.50b	48500.00c	63.88a

表 4 是不同处理下烟叶的经济性状。由表 4 可知, 常规施肥处理、常规施肥 + 秸秆还田处理、常规施肥 + 土壤改良剂 + 秸秆还田处理下烟叶的产量显著高于不施肥处理和减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田, 分别比不施肥处理高出 22.12%、33.67%、21.77%; 比减氮 10% + 土壤改良剂 + 秸秆还田处理

下的产量增加了 20.59%、31.65%、19.93%。当地常规施肥 + 秸秆还田处理下的产值显著高于其他处理，如其产值比当地常规施肥处理显著增加了 25.46%。各处理在中上等烟比例方面没有显著性差异。综合来看，在当地常规施肥处理下进行秸秆还田可有效提高烟叶的产量和产值。

4. 讨论

农艺性状是烟株生长情况的直观反映。通过对各处理主要生育期时烟株株高、节距、茎围及最大叶面积的分析表明，不施肥处理下烟株的生长发育显著低于其他处理，在当地常规施肥的基础上，进行秸秆还田、添加土壤改良剂或者适当减少氮肥施用，对烟株主要生育期下的生长发育没有显著地负面影响，相反在烟株生育中后期，这些处理对烟株的生长发育有明显的促进作用。这一结果与林志等人的研究一致[13]。在对田间普通花叶病的调查分析中发现，在移栽后 70 ds 时各处理对烟叶普通花叶病发病率和病情指数均有显著性影响，但在移栽后 90 ds 时各处理间差异不显著。虽然在常规施肥处理上进行秸秆还田或添加土壤改良剂亦或减氮 10% 对烟株的田间普通花叶病的发生比当地常规施肥处理高，但其病情指数均显著低于当地常规施肥处理，说明进行秸秆还田、减少氮肥施用或添加土壤改良剂可降低烤烟红花大金元田间普通花叶病的严重程度。通过对 AUDPC 指数的分析也表明适当减少氮肥的施用及进行秸秆还田、添加土壤改良剂可明显降低普通花叶病在烟株主要生长期发生的严重程度。在对烟叶经济性状的影响方面，在当地常规施肥基础上进行秸秆还田的处理在烟叶的产量方面与当地常规施肥处理没有显著性差异，但在产值方面显著优于当地施肥处理。综上所述，在本试验条件下，当地常规施肥基础上进行秸秆还田、添加土壤改良剂对促进烟株中后期生长发育、降低普通花叶病对烟株生长发育影响及产值量方面有明显的促进作用。

5. 结论

在本试验条件下，当地常规施肥基础上进行秸秆还田、添加土壤改良剂对促进烟株中后期生长发育、降低普通花叶病对烟株生长发育影响及产值量方面有明显的促进作用，可适当降低氮肥施用。

基金项目

国家自然科学基金项目(32060445)，云南省烟草公司昆明市公司课题项目(KMYC202305)。

参考文献

- [1] 梁红丽, 郑欢莉. 抚仙湖径流区农业面源污染控制[J]. 云南农业, 2020(6): 44-46.
- [2] 姚金玲, 郭海刚, 倪喜云, 等. 洱河流域不同轮作与施肥方式对农田氮磷径流损失的影响[J]. 农业资源与环境学报, 2019, 36(5): 600-613.
- [3] 肖庆亮. 长期种植与施肥模式耦合下的烟地生产力和氮钾养分状况[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2023.
- [4] 张洋, 张锦韬, 余海涛, 等. 土壤耕作方式及秸秆还田对土壤性质和烤烟性状的影响[J]. 现代农业科技, 2023(6): 4-9.
- [5] 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.
- [6] 徐敏, 张翔, 李亮, 等. 施用土壤调理剂对烤烟生长和产量及品质的影响[J]. 现代农业科技, 2022(13): 1-8.
- [7] 陶远征, 李海平, 丁梦娇, 等. 不同配方富钾土壤调理剂施用对土壤钾素及烟叶品质的影响[J]. 西南农业学报, 2021, 34(1): 94-99.
- [8] 王炽, 李枝武, 倪明, 等. 碳基土壤调理剂对昭通冷凉山区植烟黄壤陪会改良研究[J]. 西南农业学报, 2021, 34(2): 347-353.
- [9] 国家烟草专卖局. 烟草农艺性状调查方法: YC/T142-2010 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [10] 朱经纬, 张恒, 刘青丽, 等. 基于插值法分析施肥量和留叶数对烤烟的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2024(1):

174-181. <https://link.cnki.net/urlid/11.5498.s.20231218.1626.004>

- [11] 全国烟草标准化技术委员会. 烟草病害分级及调查方法: YC/T 39-1996 [S]. 北京: 国家烟草专卖局, 2002.
- [12] 谭万忠. 小麦白粉病的发生和流行动态分析[J]. 西南农业大学学报, 1991, 13(5): 477-480.
- [13] 林志, 曾惠宇, 何永秋, 等. 秸秆还田对烤烟生长发育的影响[J]. 现代农业科技, 2020(22): 1-3, 8.