

高维常,张美水,潘文杰,等. 基于生态条件的烟稻轮作适宜性分析与评价[J]. 江苏农业科学,2014,42(7):88-91.

基于生态条件的烟稻轮作适宜性分析与评价

高维常¹, 张美水², 潘文杰¹, 杨 勇³, 张 杰³, 薛小平¹, 杨永灯⁴, 杨瑛琴⁴, 杨通隆³

(1. 贵州省烟草科学研究院, 贵州贵阳 550081; 2. 贵州省麻江县烟草专卖局, 贵州麻江 557600;

3. 贵州省天柱县烟草专卖局, 贵州天柱 556600; 4. 贵州省天柱县农业和扶贫开发局土肥站, 贵州天柱 556600)

摘要:为了明确贵州省低海拔烟区烟稻轮作的生态适宜性,以该区的典型代表县天柱县为例,对比分析了天柱县烟稻轮作的光、温、水、土壤条件。结果表明:天柱县的光、温、水资源是适宜推广烟稻轮作的,但是需要适当增加土壤的钾含量,并提高土壤 pH 值;适合烤烟的移栽期为每年的 3 月下旬,烟后稻的播种期为当年的 6 月下旬,在 7 月下旬烤烟采收完毕后及时插秧,10 月中旬收割稻谷;确保烟稻轮作成功的关键在于抓“早”,同时做好相应的配套技术措施。

关键词:烟稻轮作;生态适宜性;分析评价

中图分类号: S344.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2014)07-0088-04

20 世纪 60 年代以前,我国开始小面积用稻田试种烟草。20 世纪 70 年代初期,为了解决粮烟争地与烟草病害这 2 个问题,并建立旱涝保收的优质烟基地,人们开展了较大面积的稻田种烟试验并获得了成功。目前,烟稻轮作在我国的湖南、江西、广东、广西和福建等省的烟区均有实施^[1],贵州省于 2010 年在天柱县开展了烟稻轮作试验研究,并进行了小范围的示范推广^[2]。烟稻轮作制栽培模式的推广,将极大地优化作物的生长环境,改善土壤结构,提高作物的生产性能,从而

提高作物品质,增收增效。同时,田烟的推广种植拓展了新的烟草种植区域,可有效改善烟区病害高发的现状。何念杰等研究发现,烟稻轮作能有效地控制烟草青枯病(*Pseudomonas solanacearum*)的发生,并可减轻烟草赤星病(*Alternaria alternata*)和烟草野火病(*Pseudomonas tabaci*)的危害^[3]。天柱县是我国烤烟种植最适宜的地区之一,也是贵州省低海拔生态类型区的典型代表烟区,但该地区的土壤酸性较重,高发的根茎性病害一直制约着当地烤烟的发展。充裕的光、温、水以及丰富的稻田资源,尤其是烟稻轮作对病害的有效控制,为天柱地区的烟稻轮作提供了前提条件。本试验以天柱县为例,从光、温、水、土等几个方面综合分析评价了该区推广烟稻轮作的适宜性,以期对贵州省在同一生态类型区内大面积推广烟稻轮作提供科学依据。

收稿日期:2013-10-06

基金项目:中国烟草总公司资助项目(编号:110200902064);贵州省烟草公司资助项目(编号:201207,201104)。

作者简介:高维常(1983—),男,贵州瓮安人,硕士,助理研究员,主要从事烟草栽培研究。E-mail:gyksg@163.com。

通信作者:潘文杰,男,博士,研究员,主要从事烟草栽培研究。E-mail:weijiepan@163.com。

表 4 不同株行距下的玉米产量方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值
处理间	4	19 525 184.29	4 881 296.07	122.49**
处理内	10	398 518.83	39 851.88	
总变异	14	19 92 3703.12		

注: $F_{0.05(4,10)} = 3.48$, $F_{0.01(4,10)} = 5.99$ 。

3 结论与讨论

构建合理的群体结构是玉米密植高产的基础,通过不同株行距配置可以改变玉米群体的冠层结构、根部结构,从而改变农田小气候环境,达到增产的目的。本研究表明,在种植密度不变的情况下,适当增加株行距能够起到增产的效果。但是,行距过大或株距过小不但不会增产,反而会造成产量显著减少,这与前人的研究结果一致^[7-8]。建议在保证种植密度的同时,适当增加玉米的株行距。另一方面,随着行距的加宽,如果能套种一些矮秆作物,如棉花、花生,不但不会改变玉米群体的冠层结构、根部结构,而且在保证玉米产量的同时,

能够增加经济效益。

参考文献:

- [1] 张世煌,胡瑞法. 加入 WTO 以后的玉米种业技术进步和制度创新[J]. 杂粮作物,2004,24(1):19-22.
- [2] 王志刚,高聚林,任有志,等. 春玉米超高产群体冠层结构的研究[J]. 玉米科学,2007,15(6):51-56.
- [3] 董树亭,胡昌浩. 玉米不同株型品种的高产潜力及群体光合特性研究[J]. 作物杂志,1993(2):34-36.
- [4] 祁红彦,周广胜,许振柱. 北方玉米冠层光合有效辐射垂直分布及影响因子分析[J]. 气象与环境学报,2008,24(1):22-26.
- [5] 周文伟,李桂芝,李俊杰,等. 不同类型玉米杂交种对密度的反应评价[J]. 玉米科学,2004,12(专刊):63-65.
- [6] 张 瑛. 美国玉米生产概况及高产栽培技术[J]. 杂粮作物,2000,20(3):10-13.
- [7] 李 洪,王 斌,李爱军,等. 玉米株行距配置的密植增产效果研究[J]. 中国农学通报,2011,27(9):309-313.
- [8] 温日宇,郭耀东,刘建霞,等. 不同密度和种植方式对玉米产量的影响[J]. 山西农业科学,2011,39(8):814-815.

1 烤烟对光温水的需求

1.1 温度

烤烟(*Nicotiana tabacum* L.)是一种喜温作物,其适宜的生长温度范围较广,在 7~35℃均能存活,只有在温度低于 0℃时会致死。根据烤烟的生理需求,一般还苗和伸根期气温以 18~28℃为宜,旺长期气温以 20~28℃为宜,成熟期以 20~25℃为宜。整个大田生长期要求的温度较高,以 18~28℃最为适宜,低于 10~13℃或高于 35℃对烤烟的生长发育都不利,成熟期的温度低于 16℃时,烟叶品质将受到严重影响。多年的生产实践和研究表明,如果烤烟生长期经常处在最适宜的温度范围,虽然生长迅速,营养体加大,但是烟株纤弱,叶片薄,含水量高,最终的烟叶品质并不好。从生产优质烟叶出发,烤烟生长期要求前期温度稍低,后期温度偏高,这样才更利于优质烟叶的形成。由于早春季节土壤温度的升高滞后于气温升高,因此我们常把日平均气温 13℃作为烤烟移栽要求的最低温度下限。《全国烟草种植区划》研究表明,日平均气温≥20℃、持续日数≥70 d 是烤烟生长最适宜或适宜生态类型的重要标准。因此,为了保证最高经济价值部位的烟叶能在最适宜的条件下成熟,要求日平均气温≥20℃,持续日数最低不能少于 50 d;如果烟叶在 16~17℃以下成熟,则烟叶品质低劣。烤烟生长发育对气温的需求情况见表 1。

表 1 烤烟生长发育对气温的需求

烤烟生长发育阶段	气温适宜范围(℃)	气温极限值及烤烟表现症状
还苗和伸根期	18~28	低于 13℃持续 10 d 以上,出现早花;高于 35℃,生长发育不利
旺长期	20~28	同上
成熟期	20~25	低于 20℃,同化物质的转化积累受抑制,影响正常成熟

1.2 降水

烤烟的生长,从播种到采摘完毕,都是在一定的水分条件下进行的。水分是烤烟有机体的重要组成部分,未成熟的烟叶含水量占叶片总质量的 90%以上,成熟烟叶含水量占 80%以上。在生长过程中,如果叶片含水量减少 6%~8%,叶片就会枯萎。同时,水分是烟株进行光合作用制造有机物质的原料,降水资源的充足与否及时空分配对于烟株的生长至关重要。一般认为,烤烟生长过程的总降水量以 400~600 mm 为宜;还苗和伸根期的降水量以 80~100 mm 为最佳,高于 300 mm 时生长会受影响;成熟期降水量 200~300 mm 为最佳,高于 400 mm 时生长会受影响,烤烟大田生长发育对月降水量的需求见表 2。

表 2 烤烟大田生长发育对月降水量的需求

烤烟大田生长发育阶段	降水量适宜范围(mm)
还苗和伸根期	80~100
旺长期	100~200
成熟期	200~300

1.3 日照

烤烟是喜光作物,从烤烟系统发育的特性出发,需要强烈

的光照,才能旺盛生长。但从烟叶品质和栽培角度而言,充足而不强烈的光照更有利于优质烟叶的形成。光照对烟叶质量的影响主要表现在日照时数的多少和日照百分率的大小。日照时数偏多,日照百分率偏大,光合作用强,光合物质积累多,烟叶质量好。烤烟大田生长期的日照时数要求在 500 h 以上,日照百分率要在 40%左右。烤烟在苗期需要日照时数为 250~350 h,大田生长期为 450~600 h,其中移栽至旺长期为 200~300 h,成熟期为 250~300 h,日照百分率大于 30%,详见表 3。如果大田生长期在 300 h 以下、日照百分率在 25%以下,或者成熟期日照时数在 100 h 以下、日照百分率在 20%以下,烟叶品质将严重受到影响。

表 3 烤烟生长发育对日照时数的需求

烤烟生长发育阶段	日照时数适宜范围(h)
苗床期	250~350
移栽至旺长期	200~300
成熟期	250~300

2 水稻生长发育对生态环境的要求

水稻(*Oryza sativa* L.)是喜温、喜光植物,具有感温性和感光性,对土壤要求不高。种子发芽的最低温度为 7℃左右,10~12℃时种子发芽正常,生产上常把这个温度作为开始播种的最低温度,种子的最适发芽温度为 25~28℃。叶生长的最适温度为 25~32℃,温度越高出叶速度越快。分蘖发生的最适温度为 30~32℃,稻穗分化最适宜的温度为 30℃左右。水稻开花时间为 09:00—12:00,气温高,开花早。抽穗开花期最适温度为 24~29℃,日平均气温低于 22℃,开花授粉不育;日平均气温在 21~26℃,且昼夜温差大时,籽粒灌浆速度快,结实率高。不同的水稻品种对温度要求不同,就全生育的积温而言,早季稻早熟品种为 2 500℃左右,中熟品种为 3 000℃左右,晚熟品种 3 500℃左右,晚季稻早熟品种为 2 300℃,中熟品种为 2 800℃左右,晚熟品种为 3 200℃左右。中季栽培稻的积温居中。水稻全生长季降水量一般在 700~1 200 mm 之间,每形成 1 kg 稻谷需水 500~800 kg。水稻生长发育对最适宜温度的要求见表 4。

表 4 水稻生长发育对温度的最适宜要求

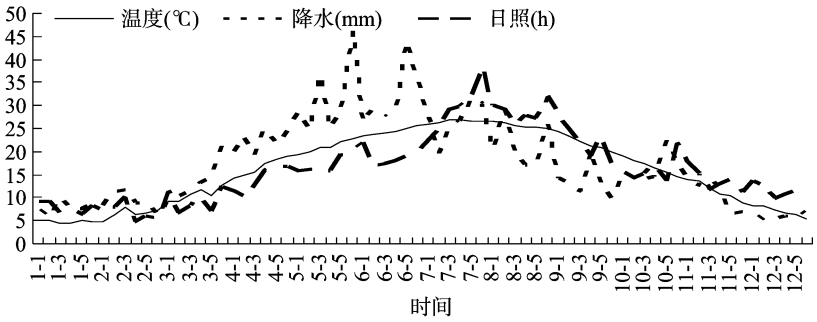
环境温度类型	温度范围(℃)
发芽温度	25~28
叶生长温度	25~32
抽穗开花期温度	24~29
晚稻早熟品种积温	2 300 左右
晚稻中熟品种积温	2 800 左右
晚稻晚熟品种积温	3 200 左右

3 基于天柱县生态条件的烟稻轮作适宜性分析与评价

3.1 气候资源的适宜性分析

天柱县常年光温水分布情况见图 1。

3.1.1 温度条件 根据烤烟生长发育对温度的需求特征,结合天柱县 40 年来的温度分布情况分析可知,天柱县 3 月底气温接近 13℃,4 月初气温可达到 13℃,满足烤烟移栽要求的



1-1、1-3、1-5 分别表示 1 月的第 1、3、5 候，其余类推

图1 天柱县常年光温水分布

最低温度下限;4 月中旬通过 15℃,4 月底通过 18℃;5 月第 2 候至 9 月底候均温均在 20℃以上,满足日平均气温≥20℃、持续日数≥70 d 的烤烟最适宜或适宜生态类型的重要标准;6 月第 6 候到 8 月第 5 候气温在 25℃以上,全年最高候均温 26.78℃。就温度条件而言,天柱县的温度条件是非常适宜烤烟的生长发育的,若配合膜下或井窖式移栽,每年的 3 月底就可开始移栽,当年的 7 月烟叶即可成熟落黄及采收完成。从 7 月初到 11 月上旬,积温 2 870.40℃,完全满足晚稻早、中熟品种对积温的要求。根据水稻安全齐穗期对温度的要求(日均温 22℃),结合天柱县常年温度分布来看,即每年 9 月的第 3 候之前完成齐穗,因此天柱县推广种植烟后稻将能获得成功。

3.1.2 降水条件 从天柱县 40 年的降水分布情况来看,年降雨量 1 270.95 mm。从每年的 3 月中旬开始,降水明显增加,一直持续到 8 月上旬。每年 4—7 月的总降雨量大于 600 mm,这一时段的降雨即可满足烤烟一生的总需水量。一年中降雨最为丰富的是 5—7 月,可达 500 mm 以上,若将烤烟旺长期和成熟期安排在这一时段,其降雨完全能满足烤烟生长发育需求。从 8 月中旬到 11 月第 4 候,降水逐渐开始减弱,但仍为有效降水,最高可达 25.97 mm。除 9 月第 6 候外,其余皆在 10 mm 以上。从 11 月第 5 候开始,降水明显减少。

3.1.3 日照条件 从天柱县 40 年的日照变化情况来看,全年日照为 1 173.46 h,不同的季节日照分布不同,表现出上半年低于下半年。每年的 3 月下旬开始,日照逐渐增加,7—9

月是全年日照时数较多的 3 个月,候均日照在 20 h 以上,全年日照最高的是 7 月的第 6 候,为 38.30 h。可以看出,若天柱县烤烟移栽至旺长时段安排在每年的 4—5 月,日照基本能满足烤烟需求,随着后期日照的增加,成熟期日照是比较充裕的。日照相对充足而不强烈,可能正是天柱县优质特色烟叶形成的重要因素之一。

3.2 土壤的适宜性分析

唐远驹认为,特色烟叶的形成和烟叶产区地质背景有着密切的关系,花岗岩、片麻岩、变质岩以及燧石灰岩发育的土壤,生产的烟叶往往质量优良,风格突出^[4]。方正等认为,土体的颜色在一定程度上可以作为判断是否适宜种植烤烟的标准,通常颜色呈红色或黄色者比较适宜种植烤烟^[5]。Garner 在总结了美国烤烟产区的土壤性状后指出,作为适宜种植烤烟的标志——“土体颜色比土壤质地更确切”^[6]。而天柱县烟区土壤主要是由板岩、变余砂岩、凝灰岩等轻变质岩的坡残积物发育而成的地带性土壤——红壤、黄红壤、黄壤,无论是从土壤质地还是土壤颜色来判断均适宜种植烤烟。本试验中示范推广烟稻轮作的蓝田、凤城和瓮洞等乡镇土壤养分的监测见表 5。3 个乡镇平均海拔 374.92 m,土壤有机质 30.27 g/kg,含量较为丰富;全氮 1.97 g/kg,含量适中;有效磷 22.89 mg/kg,含量偏高;速效钾 101.42 mg/kg,含量较为适宜;缓效钾 128.08 mg/kg,含量较低;pH 值为 4.97,略偏低。从土壤养分来看,需适当增钾,提高土壤 pH 值。

表 5 土壤养分含量分布

乡镇	村	海拔 (m)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	缓效钾 (mg/kg)	pH 值
蓝田镇	新联	377.13	28.40	1.79	21.61	69.00	105.83	4.95
	坪寨	353.89	28.88	1.71	18.69	77.13	120.10	4.87
凤城镇	隆寨	421.76	27.96	2.29	28.78	96.84	108.88	4.97
	八甲	411.08	29.84	1.97	15.71	58.66	58.75	4.92
	四甲	414.53	29.71	1.85	21.00	123.50	125.30	4.70
	团结	410.55	34.19	2.12	20.03	115.38	129.00	5.00
	和平	400.67	32.89	2.09	20.56	73.53	104.98	5.04
瓮洞镇	上柳	351.93	26.37	1.70	16.28	110.00	150.25	5.04
	中柳	331.27	29.06	1.94	29.16	115.00	140.00	4.91
	克寨	282.29	34.26	2.12	30.11	142.11	154.78	5.37
	大段	368.98	31.44	2.07	29.88	134.50	211.00	4.94
平均		374.92	30.27	1.97	22.89	101.42	128.08	4.97

3.3 基于天柱县生态条件的烟稻轮作适宜性分析与评价
谈文等对湖南、江西、广西和福建等省烟区的调查研究提

出,地处 28°N 以南,海拔 400 m 以下,且在 6 月下旬至 7 月中旬烟叶能落黄成熟并完成采收、无霜期在 280 d 以上、年降水

量达 1 500 ~ 1 700 mm、活动积温达 5 100 ~ 5 400 °C、水热资源充足的地区都可推广烟稻轮作制^[1]。天柱县位于 108°55' ~ 109°36'E、26°42' ~ 27°10'N 之间,其东、东南部的瓮洞镇、江东乡、白市镇、远口镇、竹林乡、地湖乡、岔处镇等乡镇全部以及中部的兰田镇、渡马乡、社学乡、邦洞镇、凤城镇等乡镇的部分海拔皆在 400 m 以下,属于典型的中亚热带季风性暖湿气候,年平均气温为 16.14 °C,1 月平均气温为 4.82 °C,7 月平均气温为 26.52 °C,≥10 °C 的活动积温为 5 120.60 °C,年均降水量在 1 270.95 mm,日照时间为 1 173.46 h,全年无霜期为 281 d。

根据谈文等提出的推广烟稻轮作制的条件以及烤烟和晚稻生长发育对光温水的需求^[1],结合天柱县实际,并基于对天柱县气候特征的分析,特别是近几年来开展的烟稻轮作试验研究^[2],笔者认为烟稻轮作制在天柱县的东部、东南部的全部和中部的部分乡镇是适宜推广种植的。同时,该区域拥有良好的土壤条件,可生产出优质特色的烟叶和烟后稻。但应注意的是,必须合理安排烤烟移栽期和烟后稻生育期,才能确保烟稻轮作制的成功实施。

4 烤烟和烟后稻生育期的设计

4.1 烟后稻生育期设计

作为贵州省低海拔区域,天柱地区充裕的光、温、水资源为烟稻轮作制的实施提供了前提条件。烟后稻生育期的设计即能在实施区域成功种植,重点是要做好生育期恰当的品种选择以及水稻安全齐穗期的确定。假设选择生育期 110 d 的烟后稻品种,可将烟后稻生育期大致划分为营养生长阶段 45 d,营养、生殖生长阶段 35 d,生殖生长阶段 30 d。按照水稻生长发育对生态环境的要求,以气温为主因,因水稻的安全齐穗期是日均温 22 °C,所以烟后稻的齐穗期必须安排在日均温 22 °C 以前。根据黔东南州气象局提供的资料显示,常年的 9 月 10 日日均气温稳定通过 22 °C,9 月 22 日日均温稳定通过 20 °C,根据天柱县烟后稻种植实践经验及相关研究表明,常年的 9 月 17 日以前,也可确保烟后稻的安全齐穗^[2]。为确保烟后稻的试验成功,将 9 月 10 日作为烟后稻安全齐穗期。按照烟后稻全生育期 110 d 计,可以推算出烟后稻的播种期应安排在 6 月的第 5 候,按秧龄 30 ~ 35 d 计,烟后稻插秧期应安排在当年的 7 月下旬,10 月中旬即可收获稻谷。该生育期内,烟后稻积温可以达 2 664.35 °C,大于晚稻早熟品种最适宜值,降水在 480 mm 左右,日照在 550 h 左右。烟后稻生育期气候条件主要表现为生育季节气温由高到低,日长由长到短,光照由强到弱,风雨由多到少,与早中稻生育季节的气候环境相反。

4.2 烤烟生育期的设计

按照烤烟生长发育对光、温、水的需求特征,把日平均气温稳定通过 13 °C 作为烤烟移栽要求的最低温度下限。根据黔东南州气象局提供的资料,结合天柱县 40 年来温度分布情况可以发现,天柱县常年的 3 月 27 日日均气温稳定通过 10 °C,气温接近 13 °C,4 月初气温稳定通过 13 °C,说明天柱县每年的 3 月底至 4 月初气温即可满足烤烟移栽要求的最低温度下限。根据本试验研究,采用当前推广井窖式移栽和小苗膜下移栽,在烟株生长的小环境内,可以比外界气温提高

3.5 °C 左右。因此可以将烤烟移栽最低温度下限调整到 10 °C 左右,即在每年的 3 月下旬可以进行烤烟移栽。据此,我们将烤烟的移栽期安排在每年的 3 月下旬,若烤烟生育期按 120 d 计,在 7 月下旬即可完成烟叶的采烤。在这一时段完成采烤,恰好可以进行接茬作物烟后稻的插秧。在该时段内,烤烟旺长到成熟期最低候均温度 19.40 °C,最高候均温度 26.78 °C,大田生育期内降雨略高于 600 mm,日照接近 500 h。可见,在该时段光、温、水能基本满足优质烤烟大田生育期的需要。

5 结论

综合研究结果,作为贵州省低海拔烟区的天柱县,光、温、水资源较为丰富,推广种植烟稻轮作具备较好的条件,但需要注意进行适宜的烤烟移栽期调整 and 选择适宜的烟后稻品种。根据烟稻轮作推广种植对气候资源的需求,将烤烟移栽期安排在当年的 3 月下旬,烟后稻插秧期安排在当年的 7 月下旬,天柱县东部、东南部的瓮洞镇、江东乡、白市镇、远口镇、竹林乡、地湖乡、岔处镇等乡镇全部以及中部的兰田镇、渡马乡、社学乡、邦洞镇、凤城镇等乡镇部分海拔 400 m 以下的区域皆可推广种植烟稻轮作,该技术的应用甚至可以延伸或辐射到附近的三穗、锦屏以及铜仁市等生态条件与之相似的部分县市,必将为贵州省烤烟的生产提供新的发展空间。

根据该生态类型区气候资源实际,为实现烟稻轮作的成功种植,笔者建议将烤烟移栽期在当前的基础上大幅提前,设计在当年的 3 月下旬。但移栽期的向前调整,烤烟和水稻的技术措施也应做相应的调整。对烤烟的要求主要有:一是选择生育期相对较短、耐低温、不易早花的烤烟品种,如 K326;二是提早播种,做好育苗工作,可采取大棚套小棚、电加热等方式实现苗床增温,促进烟苗提早成苗;三是全面推广井窖式移栽和小苗膜下移栽技术,抵御前期低温;四是为加快后期采烤进度,应注重全生育期烟株营养调控,控制好烟株留叶数,全面推行上部 4 ~ 6 片叶一次性砍(采)烤等实用技术。对烟后稻的要求主要有:一是根据气候特征,必须确保晚稻在 9 月中旬安全齐穗;二是选择较为适宜的烟后稻品种,生育期应控制在 105 ~ 110 d;三是在烟后稻抽穗初期增施作物生长调节剂,增加水稻抽穗;四是适当增加播种密度,确保种植效益。综合以上的分析和实践经验的验证,烟稻轮作在该区域的成功实施,关键节点在于如何做好“早”。

参考文献:

- [1] 谈文,赵松义. 再论烟稻轮作制[J]. 烟草科技,1998,128(1): 39 - 40.
- [2] 杨秀春,袁黔华,杨通隆,等. 烟稻连作对烟叶质量和经济效益的影响[J]. 湖南农业科学,2012(1): 29 - 30,34.
- [3] 何念杰,唐祥宁,游春平. 烟稻轮作与烟草病害关系的研究[J]. 江西农业大学学报,1995,17(3): 294 - 299.
- [4] 唐远驹. 特色烟叶区域划分中的几个问题[J]. 中国烟草科学, 2010,31(2): 1 - 4,9.
- [5] 方正,张月辰. 河北省太行山区旱地烤烟发展的生态适应性分析[J]. 河北农业大学学报,1993,16(2): 42 - 45.
- [6] Garner W W. 烟草生产[M]. 严浩然,译. 北京:轻工业出版社,1958.