

王 昊,贺国强,王树声,等. 翻压绿肥对黑龙江烟草田间生长状态的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(4):99-104.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.04.016

翻压绿肥对黑龙江烟草田间生长状态的影响

王 昊^{1,3,4}, 贺国强², 王树声³, 刘 茜¹, 姚 远¹, 牛 昊¹

(1. 黑龙江省烟草公司哈尔滨烟叶公司,黑龙江哈尔滨 150001; 2. 牡丹江烟草科学研究所,黑龙江哈尔滨 150076;

3. 中国农业科学院烟草研究所/农业农村部烟草生物学与加工重点实验室,山东青岛 266101; 4. 中国农业科学院研究生院,北京 100081)

摘要:为探讨翻压绿肥对黑龙江烟草田间生长状态的影响,研究 4 种绿肥翻压后对烟草农艺性状、光合作用、根系生长发育、叶片 SPAD 值的影响。结果表明,翻压绿肥草木樨和紫花苜蓿可以促进烟叶生长;翻压紫花苜蓿、小麦和草木樨可显著促进烟叶田间光合作用;翻压绿肥紫花苜蓿、草木樨和小麦处理对增加烟株根系长度、直径、体积和侧根数有显著影响;翻压绿肥对烟草中下部叶片 SPAD 值有显著影响,对上部叶片无明显影响;紫花苜蓿、小麦和草木樨处理可显著降低叶片中叶绿素含量,促进烟叶成熟落黄,改善烟株田间成熟度。总的来看,在黑龙江烟区进行翻压草木樨和小麦可以改善烟草田间生长状态。

关键词:翻压绿肥;烟草;农艺性状;光合作用;根系;紫花苜蓿;草木樨;黑麦草;小麦

中图分类号:S572.06 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)04-0099-06

黑龙江烟区是我国最北端的烟区,属木香-蜜甜香型区,烟草种植时间久远,烟农化肥施用比例不协调,肥料利用率降低^[1],加之长期“重用轻养”^[2],造成烟草田间生长前期迟缓,后期过盛,烟叶不易进行烘烤,这样不仅不利于烟叶烤后品质特色的彰显,也给产区带来了不必要的经济损失^[3-4]。近年来,翻压绿肥改善作物及烟草田间长势的报道很多^[5-9]。张春研究表明,翻压紫云英、草木樨等绿肥可使小麦在孕穗期、扬花期和灌浆期叶片 SPAD 值提高,且灌浆期旗叶叶面积增加^[10]。吕玉虎等研究表明,稻田翻压绿肥紫云英,水稻增产效果明显^[11]。田明慧等研究表明,玉米地翻压绿肥可改善玉米田间长势,玉米穗直径增加^[12]。游璐等研究表明,翻压绿肥籽粒苋可显著提高油茶树的树高和冠幅^[13]。李银平等研究表明,棉田翻压绿肥草木樨,棉花籽棉产量增加^[14]。同时在南方烟区,曹卫东等研究表明,翻压绿肥能促进叶片开片,利于烟株生

长发育^[15]。闫洪洋等研究表明,翻压绿肥黑麦草可使烟株在生长速度和产量等方面表现优异^[16]。李正研究表明,一定范围内绿肥翻压量越多越有利于烟株田间生长^[17]。已有研究表明,通过翻压绿肥可以改善作物和烟草的田间长势,但是在黑龙江地区却未见报道,又由于黑龙江自然生态条件有别于其他地区,因此有必要开展绿肥翻压改善烟草田间生长的研究,探索可以改善黑龙江烟草生长的绿肥品种,为其烟叶生产提供新的发展方向。

1 材料与方法

1.1 试验材料及设计

2015—2017 年在黑龙江省烟草科学研究所牡丹江试验基地(宁安)开展试验。该地区属于高纬度大陆性季风气候,气温凉爽,雨热同期。全年日平均气温 6.1℃,无霜期 140 d,年降水量 580 mm,日照时间 2 400 h。土壤有机质含量为 2.31%,氮含量为 89.55 mg/kg,磷含量为 21.587 mg/kg,钾含量为 165.453 mg/kg,土壤 pH 值为 7.2。

试验共设 5 个处理:Y1 为烤烟与黑麦草套种(黑麦草播种量 37.5 kg/hm²);Y2 为烤烟与草木樨(一年生)套种(草木樨套种量 37.5 kg/hm²);Y3 为烤烟与紫花苜蓿套种(紫花苜蓿播种量 37.5 kg/hm²);Y4 为烤烟与小麦套种(小麦播种量 525 kg/hm²);CK 为仅正常种植烤烟。

2015 年 5 月 10 日进行烤烟移栽,品种为龙江

收稿日期:2019-01-04

基金项目:中国烟草总公司黑龙江省公司科技项目(编号:HN201603_20182300002700081)。

作者简介:王 昊(1987—),男,黑龙江青冈人,助理农艺师,主要从事烟草栽培生理与调制技术研究。Tel:(0451)82801992;E-mail:hljycwanghao@163.com。

通信作者:贺国强,硕士,高级农艺师,主要从事烟草栽培生理方向研究,E-mail:erwine_34@163.com;王树声,博士,研究员,主要从事烟草栽培生理方向研究,E-mail:wss620128@126.com。

911, 行距 1.10 m, 株距 0.50 m, 小区面积为 59.40 m², 密度为 18 180 株/hm²。采取随机区组设计, 每个处理重复 3 次。各项操作按照《黑龙江省烟叶标准化生产体系》进行。2016 年烤烟种植情况同 2015 年, 并于当年 7 月 22 日进行绿肥套种, 于当年 10 月进行绿肥全株机械粉碎翻压还田。2017 年 5 月 10 日进行烤烟移栽, 使用人工在 2016 年原有种植烟位位置定位种植烟草, 并对烟草田间生长相关数据进行测定。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 烟株主要农艺性状的调查 依照 YC/T 142—2010《烟草农艺性状调查测量方法》, 在 2017 年生产季节选择下部烟叶采收前(8 月 4 日)、中部叶采收前(8 月 18 日)和上部叶采收前(9 月 9 日)3 个时间点进行测定, 每个处理小区随机选取有代表性且长势一致烟株 10 株, 测定上、中、下 3 个部位叶片长度和宽度。

1.2.2 烟株叶片光合作用的测定 2017 年 6 月, 在烟叶进入旺长期时, 选择烟株的中部叶(从上往下数第 9 张叶片)利用 CID 公司 CI-340 便携式光合测定仪进行测定, 测定时保证有效光合辐射值在 1 500 ~ 2 200 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 以内。选取有代表性烟株 10 株测定胞间 CO₂ 浓度、气孔导度和净光合速率, 并计算水分利用率。

1.2.3 烟株根系生长发育的测定 2017 年 5 月 10 日烟株移栽后, 在每 1 根烟垄上随机选取 3 处烟株, 将透明微根管($L: 50 \text{ cm}$, $\Phi: 7 \text{ cm}$)埋于距烟茎右侧 15 cm 处, 透明微根管距地面深埋 45 cm, 保持管体与地面垂直。测定工作于 7 月 17 日采收烘烤前(现蕾期)进行, 利用 CI-600 根系形态结构分析仪对烟株根系生长进行扫描, 再使用根系图像分析系统(WinRhizo2012b)对图像进行分析处理, 计算出烟株根系的长度、体积、表面积和烟株侧根数量。

1.2.4 烟株叶片 SPAD 值的测定 在 2017 年采收工作开始后, 分别选取烟株下部叶、中部叶和上部叶 3 个部位烟叶, 用 SPAD-502 Plus 测量烟株叶片的 SPAD 值, 每处理选有代表性的烟株 30 株测量烟株叶片从叶尖计算 2/3 处的 SPAD 值。

1.3 统计分析

采用 Microsoft Excel 2007 软件对试验数据进行初步整理, 并计算出各处理平均值和标准差, 采用 SPSS 19.0 统计软件进行单因素的方差分析($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 翻压绿肥对烟叶田间生长的影响

如图 1 和图 2 所示, 在下部叶采收时, 不同绿肥对烟叶长度和宽度的影响存在差异, 但均与对照差异不显著。其中, 叶长方面, Y2、Y1、Y4 分别比 CK 处理减少 1.96%、7.71%、8.70%; 叶宽方面, Y1 比 CK 减少 6.77%。

在中部叶片采收时, 不同绿肥对烟叶长度的影响差异不显著, 但叶宽间差异显著。在叶宽方面, 依次为 Y3 > Y2 > CK > Y1 > Y4, 其中 Y3 和 Y4 间差异显著, Y4、Y1、CK 和 Y2 间差异不显著, Y1、CK、Y2 和 Y3 间差异不显著, Y3 和 Y2 分别比 CK 增加 8.68% 和 5.22%, 而 Y1 和 Y4 分别比 CK 降低 1.37% 和 4.38%。

在上部叶片采收时, 不同绿肥对烟叶的长度和宽度都有影响。在叶长方面, Y1 与其他处理存在显著差异, Y1 比 CK 减少 5.00%, 其他处理依次比 CK 增加 2.41%、1.62% 和 0.30%。在叶宽方面, Y1 和 Y2 间差异显著, Y1 与 Y3、Y4、CK 间差异不显著, Y2 和 Y3 分别比 CK 增加 14.78% 和 10.31%, Y4 和 Y1 分别比 CK 减少 0.42% 和 4.33%。

2.2 绿肥对烟株叶片光合作用的影响

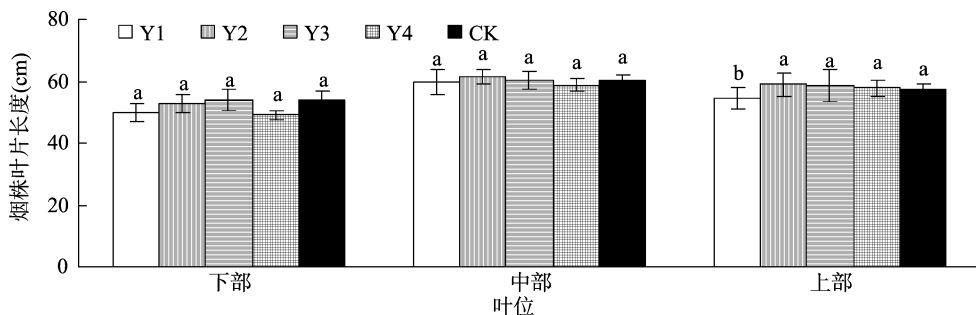
如图 3 所示, 在叶片气孔导度方面, 各处理差异显著, 其中 Y4 与 Y2、Y3 和 CK 间存在显著差异, Y3 与 Y1、CK 间也存在显著差异, 但 Y2、Y1 和 CK 间差异不显著。Y4、Y3、Y2、Y1 处理分别比 CK 提高 110.54%、39.97%、23.88%、8.26%。

如图 4 所示, 在胞间 CO₂ 浓度上, 各处理间差异不显著, 其数值大小依次为 Y2 > Y4 > Y3 > CK > Y1。其中 Y2 和 Y4 的数值较高, 分别比 CK 提高 18.17% 和 13.73%, Y3 和 CK 差别不大, Y1 比 CK 下降 7.12%。

如图 5 所示, 在净光合速率方面, 各处理间差异显著。其中 Y4 与 Y1、CK 差异显著, Y2 与 CK 差异显著, Y4、Y2、Y3 在提高净光合速率方面较 CK 差异显著, 分别比 CK 提高 87.61%、84.07%、65.62%, Y1 与 CK 差异不显著, 仅提高 22.87%。

如图 6 所示, 在蒸腾速率方面, CK 与 Y1 间差异不显著, CK 与其他处理存在显著差异, 其数值由高到低依次为 Y4 > Y3 > Y2 > Y1 > CK, 各处理分别比 CK 增加 40.34%、35.06%、31.11%、19.05%。

如图 7 所示, 在叶片水分利用率方面, 各处理间



柱上不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同

图1 绿肥对烟株叶片长度的影响

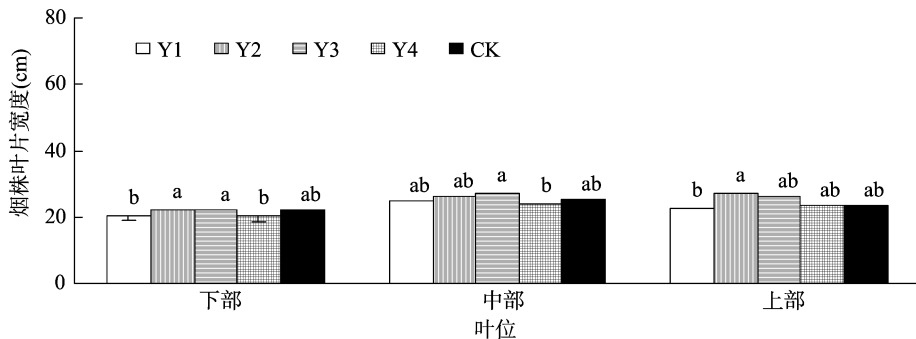


图2 绿肥对烟株叶片宽度的影响

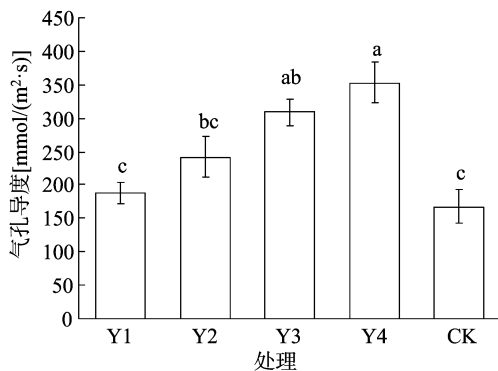


图3 绿肥对烟株叶片气孔导度的影响

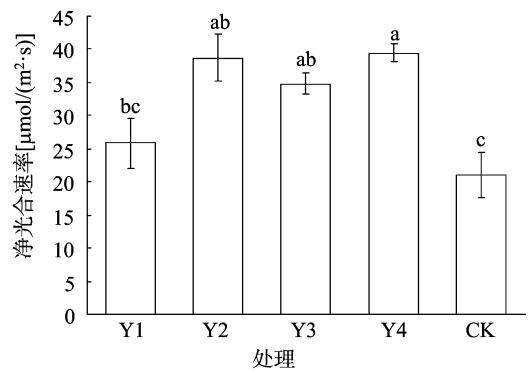


图5 绿肥对烟株叶片净光合速率影响

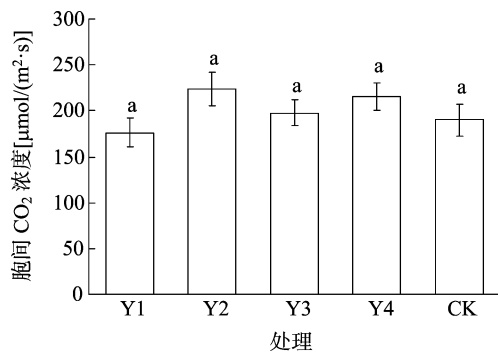


图4 绿肥对烟株叶片胞间 CO₂ 浓度的影响

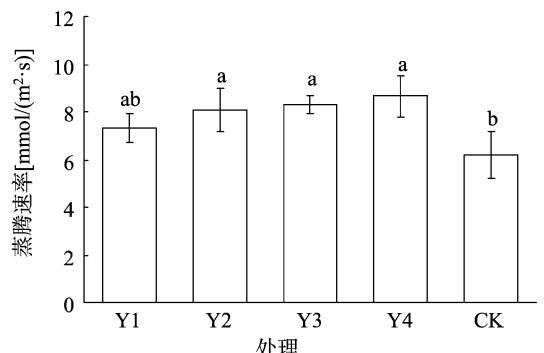


图6 绿肥对烟株叶片蒸腾速率的影响

差异不显著。其数值由高到低依次为 Y2 > Y4 > Y3 > Y1 > CK, 各处理分别较 CK 提高 36.78%、31.90%、20.40%、2.30%, 其中 Y2 处理的水分利

用率最高。

2.3 绿肥对烟株根系形态结构的影响

如图 8 所示, 在烟株现蕾期根系长度方面, 4 种

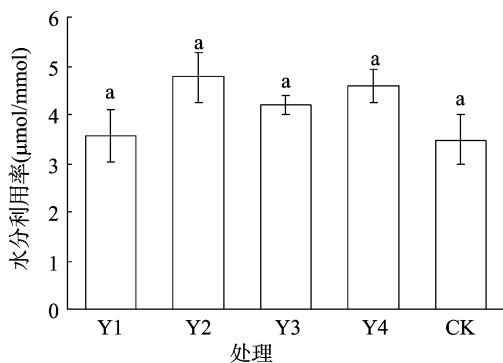


图7 绿肥对烟株叶片水分利用率的影响

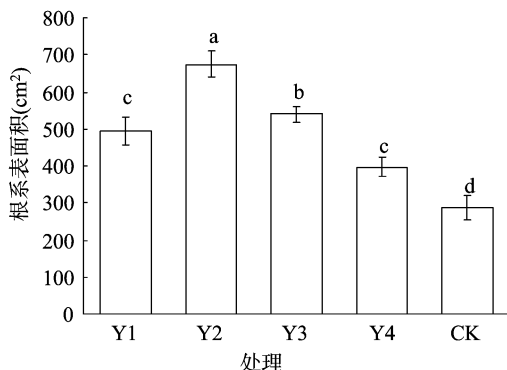


图9 绿肥对烟株根系表面积的影响

绿肥处理的烟株根系长度均高于 CK, 其中 Y1 与 CK 间差异不显著, 其他 3 种绿肥均较 CK 差异显著, Y2、Y3、Y4 分别比 CK 增加 68.93%、65.34%、38.06%, Y2 较 Y3 提高 2.17%, Y3 较 Y4 提高 19.76%, Y4 较 Y1 提高 34.43%。

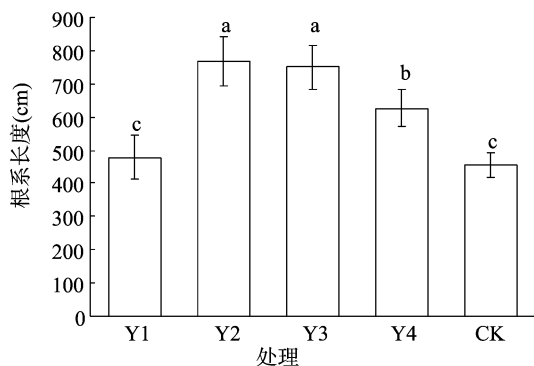


图8 绿肥对烟株根系长度的影响

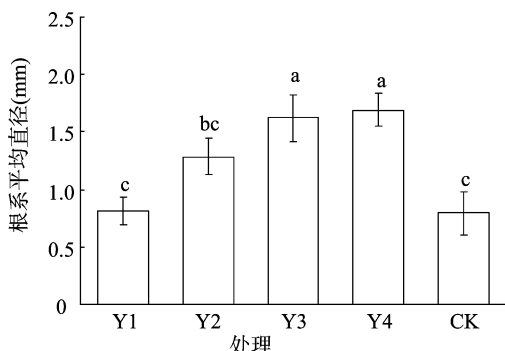


图10 绿肥对烟株根系平均直径的影响

差异不显著, Y1 与 Y4 差异不显著, 但 Y1 与 Y3、Y4 与 CK 间差异显著。Y1、Y2、Y3、Y4 处理依次较 CK 增加 70.90%、194.11%、167.88%、59.04%。Y2 较 Y3 提高 3.60%, Y3 较 Y4 提高 68.43%。

如图 9 所示, 在烟株现蕾期根系表面积方面, 4 种绿肥处理的根系表面积均较 CK 处理差异显著, 其数值由高到低依次为 Y2 > Y3 > Y1 > Y4 > CK。4 种绿肥处理的根系表面积分别较 CK 提高 135.83%、88.76%、72.98%、38.44%, Y2 较 Y3 提高 24.93%, Y3 较 Y1 提高 9.13%, Y1 较 Y4 提高 24.95%。

如图 10 所示, 在烟株现蕾期根系平均直径方面, 4 种绿肥处理的根系平均直径均高于 CK 处理, 其数值由高到低依次为 Y4 > Y3 > Y2 > Y1 > CK。其中 Y4 与 Y3 差异不显著, CK、Y1 和 Y2 间差异不显著, Y2 和 Y3 间差异显著, Y1 和 CK 差别很小。Y4、Y3、Y2 处理根系平均直径依次较 CK 处理增加 111.10%、102.67%、60.77%, Y4 较 Y3 提高 4.16%, Y3 较 Y2 提高 26.06%, Y2 较 Y1 提高 58.57%。

如图 11 所示, 在烟株现蕾期根系体积方面, 4 种绿肥处理的根系体积均大于 CK, 其中 Y2 与 Y3

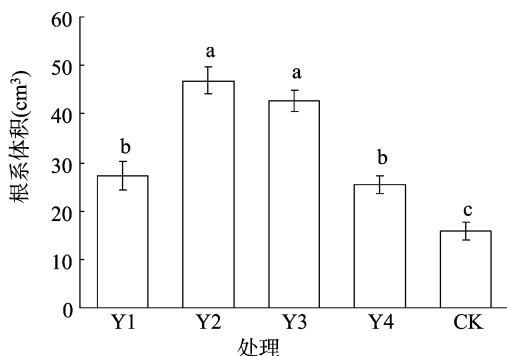


图11 绿肥对烟株根系体积的影响

如图 12 所示, 在烟株现蕾期根系侧根数量方面, 4 种绿肥处理的侧根数量均高于 CK, 其中 Y2、Y3、Y4 与 Y1、CK 差异显著, 而 Y1 与 CK 差异不著, Y1 较 CK 仅增加 28.65%。Y2、Y3、Y4 处理依次较 CK 增加 87.63%、81.12%、60.42%。

2.4 绿肥对烟株叶片 SPAD 值的影响

如图 13 所示, 在下部叶采收时, 4 种绿肥处理均可降低烟叶 SPAD 值, 烟叶褪绿变黄明显, 其数值由高到低依次是 CK > Y1 > Y2 > Y4 > Y3。其中 Y3

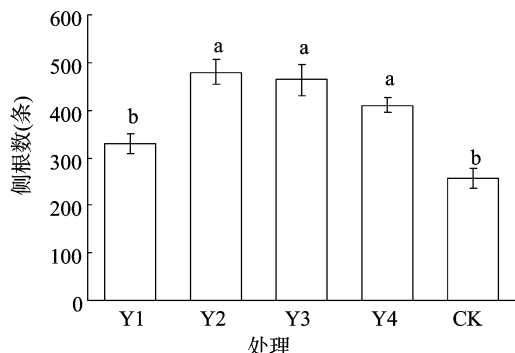


图12 绿肥对烟株根系侧根数量的影响

和 Y4、Y4 和 Y2 间差异不显著, Y2 和 Y1、CK 和 Y1 间差异不显著。CK 处理较 Y1、Y2、Y4、Y3 处理分别高出 2.96%、10.45%、17.15%、22.76%, Y3 较

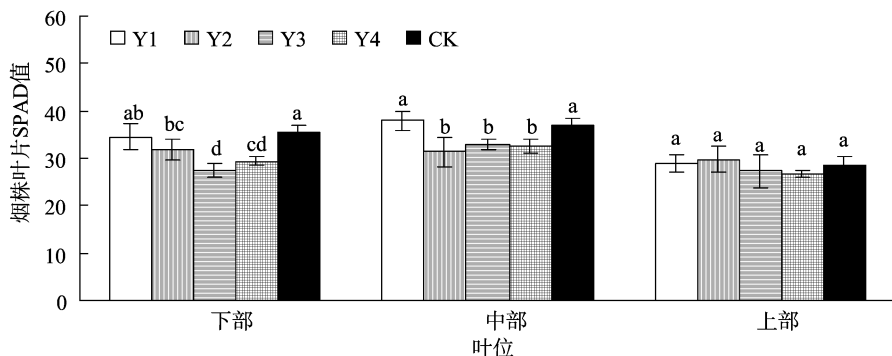


图13 绿肥对烟株叶片 SPAD 值的影响

3 讨论与结论

在绿肥改善烤烟田间生长方面,江智敏等研究表明,翻压绿肥能改善烟草农艺性状,但株高影响不显著^[4]。崔学林的研究表明,翻压绿肥可使烟株在打顶期叶面积指数提高 6.71%^[18]。曹海莲研究表明,翻压绿肥对烤烟的株高、有效叶数、叶长和叶宽都有一定的影响,但禾本科绿肥在株高方面影响不显著,在叶宽方面豆科绿肥效果显著^[19]。本研究表明,豆科绿肥草木樨和紫花苜蓿在改善烤烟叶农艺性状的结果与之略有差异。这主要是由于已有研究的禾本科绿肥的根系多,会与烟株争夺养料,影响烟株生长。而本研究是在烟株进入 7 月以后套种绿肥,此时烟株已经进入成熟阶段,不再过多吸收养分,因此与前人研究略有差异,但在增加叶面指数方面表现一致。

光合作用是植物生长、品质和产量形成的重要基础。孟玉山等研究表明,翻压绿肥油菜和黑麦草均可使烟叶气孔导度增加,但黑麦草处理的蒸腾速

率有所降低^[20]。本研究表明,紫花苜蓿、黑麦草和草木樨翻压可以增加烟叶田间光合作用,结果与之基本一致,仅在黑麦草处理上有一些差异。这可能是由于黑龙江特殊的气候因素导致黑麦草腐解程度不同,或者是黑麦草的播种量不一致造成的。但总的来看,翻压腐解绿肥可提高烟株对营养物质的吸收能力,使其生理活性增强,净光合速率提高,胞间 CO₂ 扩散阻力减少,气孔导度增加,蒸腾速率和水分利用率也随之增加,这表明通过翻压绿肥可增加烟株光合作用强度。

在中部叶成熟采收时,除 Y1 处理外其他 3 种绿肥 SPAD 值均较低,田间成熟变黄特征明显,各处理数值由高到低依次为 Y1 > CK > Y3 > Y4 > Y2。其中 CK 与 Y2 差异显著, Y2、Y4、Y3 的数值较低,且其差异不显著,分别较 CK 降低 15.03%、11.63%、10.89%; Y2 较 Y3 降低 4.66%, Y3 较 CK 降低 10.89%, Y3 与 Y4、CK 与 Y1 间差距不大。

在上部叶一次性采收时,4 种绿肥处理的上部叶片 SPAD 值差异不显著,各处理数值由高到低依次为 Y2 > Y1 > CK > Y3 > Y4。其中 Y2 与 Y1 分别比 CK 增加 4.28% 和 1.59%, Y3 与 Y4 分别比 CK 降低 4.30% 和 5.99%。

率有所降低^[20]。本研究表明,紫花苜蓿、黑麦草和草木樨翻压可以增加烟叶田间光合作用,结果与之基本一致,仅在黑麦草处理上有一些差异。这可能是由于黑龙江特殊的气候因素导致黑麦草腐解程度不同,或者是黑麦草的播种量不一致造成的。但总的来看,翻压腐解绿肥可提高烟株对营养物质的吸收能力,使其生理活性增强,净光合速率提高,胞间 CO₂ 扩散阻力减少,气孔导度增加,蒸腾速率和水分利用率也随之增加,这表明通过翻压绿肥可增加烟株光合作用强度。

烟株根系是其吸收水分和营养物质的主要器官,烟株根系生长和分布情况在一定程度上决定烟株吸收水分和营养物质的能力,并最终影响烟叶品质特征。霍昭光等研究表明,烟株根系养分足量供应,可以使烟株根系体积提高 1.11 倍,表面积增加 1.25 倍^[21]。本研究表明,紫花苜蓿、草木樨和黑麦草均可促进烟株根系生长发育、增大根系体积和表面积、增加烟株侧根数,结果与之一致。由此说明,通过翻压绿肥可促进烟株根系吸收养分,促进其发

育,增加烟株根系的数量和体积,从而可增加烟株吸收营养物质的能力。

在通过测定叶片 SPAD 值掌握烤烟叶片成熟度方面,罗华元等研究表明,随着绿肥翻压量的增加,叶片 SPAD 值呈现下降趋势,这说明烟株田间叶片的叶绿素含量降低,成熟落黄效果好^[22]。曾建敏等研究认为,测定烤烟 SPAD 值的最佳部位为中部叶^[23]。但李佛琳等研究表明,上部叶为最佳位置^[24]。陈蕾等研究表明,烟田翻压箭舌豌豆处理的 SPAD 值要显著高于黑麦草处理,说明翻压黑麦草更有利于烟株成熟落黄,而豆科绿肥由于含氮量高不利于烟株成熟落黄^[25]。而本研究表明,在下部叶和中部叶采收时,SPAD 种植可以反映烟叶成熟情况,具体为紫花苜蓿、小麦和草木樨处理有利于下部叶和中部叶褪绿变黄。但在上部叶方面,由于黑龙江烟叶为了避免 9 月“白露”后烟叶无法进行烘烤,所以在上部叶尚未成熟前就不得不全部采收,因此上部叶 SPAD 不能反映上部叶成熟情况。

综上所述,在黑龙江烟区进行翻压绿肥草木樨和小麦可以改善烟叶田间生长状态,促进烟叶光合作用,增加烟株根系长度、体积和侧根数,促进叶片成熟落黄。

参考文献:

- [1] 陈江华,刘建利,李志宏. 中国植烟土壤及烟草养分综合管理 [M]. 北京:科学出版社,2008.
- [2] 段晓凤,孙彦坤,武帆,等. 黑龙江省黑土区气候-土壤生产潜力分析[J]. 中国农业气象,2009,30(3):394-400.
- [3] 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.
- [4] 江智敏,田峰,邓小华,等. 多年定位翻压绿肥对烤烟大田生长及经济性状的影响[J]. 中国烟草科学,2015(3):35-39.
- [5] 李婧,张达斌,王峥,等. 施肥和绿肥翻压方式对旱地冬小麦生长及土壤水分利用的影响[J]. 干旱地区农业研究,2012,30(3):136-142.
- [6] 卢秉林,包兴国,张久东,等. 河西绿洲灌区玉米与绿肥间作模式对作物产量和经济效益的影响[J]. 中国土壤与肥料,2014(2):67-71.
- [7] 黄锦福,吉家乐,黄忠兴,等. 绿豆、飞机草、牧草压青对芒果产量和质量的影响[J]. 广东农业科学,2011,7(7):88-89.
- [8] 宋莉,韩上,席莹莹,等. 间作对油菜和紫云英生长及产量的影响[J]. 中国油料作物学报,2014,36(2):231-237.
- [9] 赵秋,张新建,宁晓光,等. 三种华北冬绿肥对生菜生长和营养品质的影响[J]. 华北农学报,2015,3(6):159-163.
- [10] 张春. 夏闲期种植不同绿肥作物对土壤性状及冬小麦生长的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2013.
- [11] 吕玉虎,刘春增,潘兹亮,等. 紫云英不同翻压时期对土壤养分和水稻产量的影响[J]. 中国土壤与肥料,2013(1):85-87.
- [12] 田明慧,张明发,田峰,等. 不同绿肥翻压对玉米产量及土壤肥力的影响[J]. 中国农学通报,2016,32(9):41-46.
- [13] 游璐,涂淑萍,刘细燕,等. 播种期与移栽方式对籽粒苋生长和生物量的影响[J]. 江西农业大学学报,2015,37(5):819-824.
- [14] 李银平,徐文修,陈冰,等. 绿肥种植模式对连作棉田土壤肥力及棉花产量的影响[J]. 西北农业学报,2010,19(9):149-153.
- [15] 曹卫东,黄鸿翔. 关于我国恢复和发展绿肥若干问题的思考[J]. 中国土壤与肥料,2009(4):1-3.
- [16] 闫洪洋,马宇,王少峰. 黑麦草对烤烟的掩青效应研究[J]. 江西农业学报,2008,20(7):110-111.
- [17] 李正. 绿肥对植烟土壤培肥改良效应及烤烟产质量的影响[D]. 郑州:河南农业大学,2010.
- [18] 崔学林. 不同前作对植烟土壤及烟叶产质量的影响[D]. 长沙:湖南农业大学,2009.
- [19] 曹海莲. 不同种类绿肥翻压对植烟土壤理化性状和烤烟产质量的影响[D]. 长沙:湖南农业大学,2015.
- [20] 孟玉山,潘文杰,陈伟,等. 绿肥压青对烤烟光合特性的影响研究[J]. 西南农业学报,2011,24(6):2156-2159.
- [21] 霍昭光,孙志浩,邢雪霞,等. 北方烟区水肥一体化对烤烟生长、根系形态、生理及光合特性的影响[J]. 中国生态农业学报,2017,25(9):1317-1325.
- [22] 罗华元,程昌新,王绍坤,等. 绿肥翻压量对烤烟大田期烟叶酶活性及烤后烟叶品质的影响[J]. 山地农业生物学报,2010,29(6):495-501.
- [23] 曾建敏,姚恒,李天福,等. 烤烟叶片叶绿素含量的测定及其与 SPAD 值的关系[J]. 分子植物育种,2009,7(1):56-62.
- [24] 李佛琳,赵春江,刘良云,等. 烤烟鲜烟叶成熟度的量化[J]. 烟草科技,2007(1):54-58.
- [25] 陈蕾,邓小华,李海林. 绿肥还田与减施氮肥对烟叶 SPAD 值的影响[J]. 作物研究,2015,9(4):386-389,398.