DOI: 10.3969/j.issn.0488-5368.2025.10.002

烤烟新品种中烟特香 301 干物质累积与养分吸收规律分析

王 林[1],王 龙[1],吴新儒[2],冯繁文[3],张 飞[4], 刘贯山[2],陈 刚[2],晁江涛[2]

(1.湖北中烟工业有限责任公司,湖北 武汉 430040;2.中国农业科学院 烟草研究所,山东 青岛 266101;
3.湖北省烟草公司 恩施州公司,湖北 恩施 444300;4.湖北省烟草公司 襄阳市公司,湖北 襄阳 441500)

摘 要:本研究系统分析了烤烟新品种中烟特香 301 与中烟 100 干物质累积及养分吸收规律的异同。结果表明,两者地上部干物质累积趋势基本一致,均符合 S 型 Logistic 曲线:前者栽后 0 ~ 35 d 干物质累积较缓慢;36 ~ 95 d 快速累积,平均累积速率为 129.91 kg/hm^2·d,之后趋于平缓。中烟特香 301 的干物质累积量与养分累积量均高于中烟 100,且叶片钾含量显著高于中烟 100,表明中烟特香 301 的养分需求量更多,尤其是钾肥需求量。

关键词:中烟特香 301;干物质累积;生长发育;Logistic 模型;养分吸收

中图分类号:S544 **文献标识码**:A **文章编号**:0488-5368(2025)10-0006-06

Analysis of Dry Matter Accumulation and Nutrient Uptake in Flue-Cured Tobacco Cultivar ´Zhongyan Texiang 301´

WANG Lin[1], WANG Long[1], WU Xinru[2], FENG Fanwen[3], ZHANG Fei[4], LIU Guanshan[2], CHEN Gang[2], CHAO Jiangtao[2]

(1. *China Tobacco Hubei Industrial Co., Ltd., Wuhan, Hubei* 430040, *China*; 2. *Tobacco Research Institute of CAAS, Qingdao, Shandong* 266101, *China*; 3. *Enshi Branch of Hubei Tobacco Company, Enshi, Hubei* 444300, *China*; 4. *Xiangyang Branch of Hubei Tobacco Company, Xiangyang, Hubei* 441500, *China*)

Abstract: This study systematically compared the patterns of dry matter accumulation and nutrient uptake between the newly bred flue-cured tobacco cultivar ´Zhongyan Texiang 301´ and ´Zhongyan 100´. The results showed that the aboveground dry matter accumulation in both cultivars followed an S-shaped logistic curve. For ´Zhongyan Texiang 301´, accumulation was relatively slow during 0 to 35 days after transplanting, accelerated markedly from 36 to 95 days, with an average accumulation rate of 129.91 kg/hm^2 · d and then gradually slowed. Both dry matter and nutrient accumulation in ´Zhongyan Texiang 301´ were greater than those in ´Zhongyan 100´, and the potassium concentration in its leaves was significantly higher, indicating a greater demand for nutrients, especially potassium fertilizers, in ´Zhongyan Texiang 301´.

Key words: Zhongyan Texiang 301; Dry matter accumulation; Development character; Logistic model; Nutrient uptake

收稿日期:2024-12-01 **修回日期**:2025-02-18

基金项目:中国烟草总公司“揭榜挂帅”项目(110202103009);湖北中烟科技项目(2022JSYL2JS2B023)。

第一作者简介:王林(1979-),高级农艺师,硕士,主要从事烟叶配方打叶与加工技术研究。

通信作者:晁江涛。

中烟特香 301 是国内首个通过 EMS 诱变选育的烤烟新品种[1],该品种的鲜烟叶具有明显的玫瑰香韵。曹建敏[2]等测定了中烟特香 301 和中烟 100 的特征香气成分,有 41 种香气成分的含量高于对照;貊志杰[3]等提取了中烟特香 301 和中烟 100 的石油醚提取物,两者共有化合物 87 种,其中 28 种成分显著高于对照;刘西金[4]等的研究结果表明,在山东临沂烟区,施用 5.5 kg/667 m^2 有助于让中烟特香 301 的产量与质量达到最佳平衡,充分彰显其烟叶风格特征;为保证保障中烟特香 301 烟叶的收购纯度,田震[5]等开发了特异 SNP 指纹图谱。

烟草产量与干物质累积量紧密相关;烟叶质量与氮、磷、钾养分吸收量与动态变化紧密相关[6]。烟苗移栽至大田后,适宜的田间栽培措施有助于平衡烟叶产量与质量的关系,充分彰显品种特性[7~12]。不同烤烟品种的干物质累积规律与氮、磷、钾养分吸收规律存在一定差异[13]。已有研究结果表明,中烟特香 301 与中烟 100 的主要农艺性状、特征香气、石油醚提取物及最佳施氮量均存在较大差异。但关于两者之间的干物质累积规律与养分吸收规律尚未开展研究。本研究基于盆栽试验系统研究了两者之间的联系与差异。

1　材料和方法

1.1　试验概况

试验于 2020 年在山东省潍坊市诸城洛庄试验站(经度 E:119.12735°,纬度 N:36.02205°)进行。试验地区为平原地区,属于暖温带大陆性季风区半湿润气候,年平均气温 13.2 ℃,年降水量 742 mm。年日照时数为 2 400 h,无霜期 217 d,四季分明,光热资源充沛,雨热同季,为适宜植烟区。试验地为黏性棕壤土,耕层土壤主要理化性质:pH 值 8.04,有机质 12.13 g/kg,全氮 0.77 g/kg,全磷 0.93 g/kg,全钾 21.54 g/kg,全硫 0.12 g/kg。

供试烤烟品种为中烟特香 301,对照为中烟 100,试验种子由中国农业科学院烟草研究所烟草突变体库提供。盆栽花盆上口径 39 cm,下口径 22 cm,高度 31 cm。

1.2　试验设计

试验设 3 个重复,每个重复为 60 株。

1.2.1　*盆栽预处理*　烟苗于 2020 年 5 月 14 日移栽,移栽前,花盆内预装约 10 cm 深度的混匀土,之后每个花盆施用 60 g 烟用复合肥料作为基肥,最后用混匀土填补至盆上边沿。烟用复合肥料($N:P_2O_5:K_2O=15:15:15$),氮肥施用量为 148.5 kg/hm^2。

1.2.2　*试验取样*　为便于观测不同发育时期烟株干物质累积与养分(氮、磷、钾)吸收变化趋势,于移栽后开展 8 次取样:栽后 0 d(5 月 14 日,移栽当天)、栽后 15 d(5 月 29 日)、栽后 30 d(6 月 14 日)、栽后 45 d(6 月 29 日)、栽后 60 d(7 月 14 日)、栽后 80 d(8 月 3 日,打顶)、栽后 95 d(8 月 18 日)、栽后 110 d(9 月 3 日)。取样时,分别从参试品种和对照中,选取 3 株长势一致的烟株进行整株取样。由于烟苗干物质量不足以测定养分含量,所以 0 d 需取 40 株烟苗,且不设重复。取样后,将烟株(烟苗)分割为茎、叶,并分别标记保存。

1.3　测定项目及方法

1.3.1　*干物质累积量*　将茎、叶样品置于电烘箱中,以 105 ℃杀青 30 min,65 ℃持续烘干至恒重,称量样品干重作为干物质累积量。

1.3.2　*全氮、全磷、全钾含量测定*　分别测定烟株茎杆、叶片的全氮、全磷、全钾含量。参考烟草行业标准“烟草及烟草制品总氮的测定连续流动法(YCT 161-2002)”测定样品全氮含量;参考林业行业标准“森林植物与森林枯枝落叶层全硅、铁、铝、钙、镁、钾、钠、磷、硫、锰、铜、锌的测定(LY/T1270-1999)”测定样品全磷含量;参考烟草行业标准“烟草及烟草制品钾的测定火焰光度法(YC/T173-2003)”测定样品全钾含量。

1.3.3　*主要仪器设备*　电烤箱 Thermo Scientific Heratherm-OMH400,德国;酷贝电子秤量程 500 g,精度 0.01 g,中国;至尊电子秤量程 10 kg,精度 0.1 g。

1.4　数据分析及作图

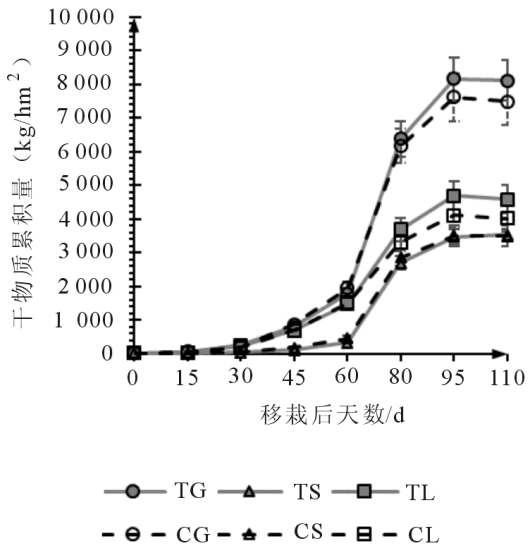
使用 Microsoft Excel 2010 整理数据,运用 SPSS 26 参考崔党群[14]的方法,构建关于地上部干物质累积 Logistic 方程模型 $y=k/[1+a\times EXP(-bt)]$,其中 t 为移栽后天数,k 为常量,a 与 b 为模型参数。指标换算:干物质累积量(kg/hm^2)= 单株干重(g)×种植密度(株/hm^2)/1 000。

2 结果与分析

2.1 地上部干物质累积规律

由图 1 可知,移栽后 0 ~ 30 d 中烟特香 301 地上部干物质累积量为 243.22 kg/hm^2,占总重量(移栽后 110 d 整株的总重量,下同)的 3.00 %;栽后 45 ~ 80 d,地上部干物质累积量迅速增加,期间累积量占总重量 75.62 %。与对照相比,栽后 60 d 之前,中烟特香 301 地上部干物质重量低于对照;栽后 60 d,高于对照。

以地上部干物质累积量为因变量,移栽后天数为自变量,对其不同大田时期的累积趋势利用 Logistic 模型[11]进行生长曲线模拟。参试品种移栽至大田后,先经过缓苗期,之后生长速率逐渐加速,且整个生长过程呈“快-慢-快”趋势,即前期干物质累积量增长缓慢,之后迅速增加,后期增长放缓,整体呈“S”型曲线[15]。依据地上部累积曲线方程(表 1)模拟可知,烟株移栽后 0 ~ 35 d 是干物质累积缓慢期;36 ~ 95 d 是干物质累积快速期,平均累积速率为 129.91 kg/hm^2 · d,最大值为 239.97 kg/hm^2 · d,该生育期增加的干物质占整个生育期的 93.84 %,是中烟特香 301 烟叶品质与产量形成的关键时期;栽后 95 d,干物质累积趋缓。



TG. 中烟特香 301 地上部;TS. 中烟特香 301 茎杆;TL. 中烟特香 301 叶片;CG. 对照地上部;CS. 对照茎杆;CL. 对照叶片。

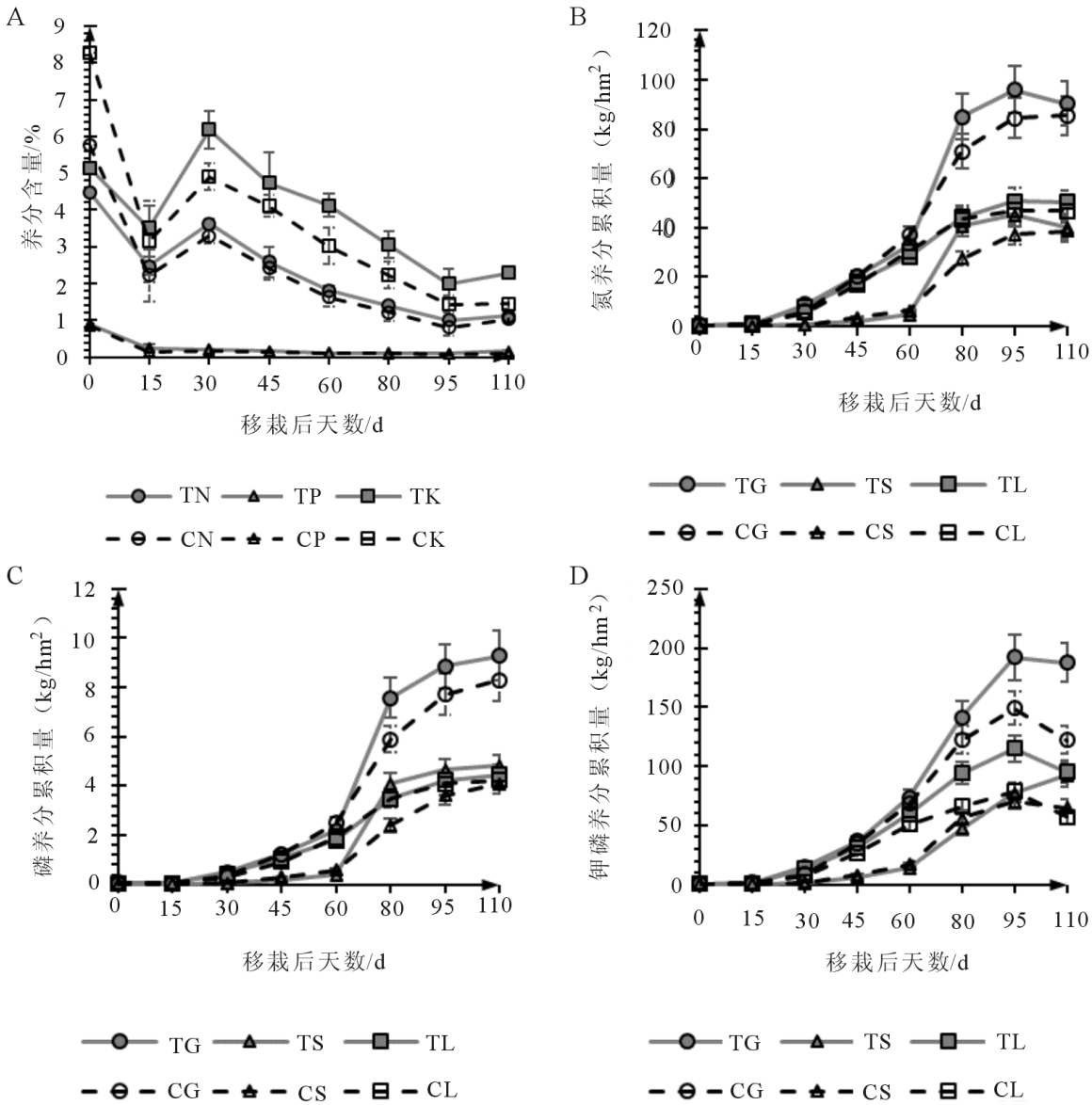
图 1 烟株地上部干物质累积趋势

表 1 地上部干物质累积曲线方程模型

品种	组织	模型方程	均方值
中烟特香 301	地上部	8 390.954/(1+3 554.783×EXP(-0.116×t))	0.99
	茎杆	3 543.894/(1+299 426.041×EXP(-0.172×t))	0.99
	叶片	4 835.864/(1+577.6×EXP(-0.094×t))	0.99
对照	地上部	7809.671/(1+1816.676×EXP(-0.109×t))	0.99
	茎杆	3 532.799/(1+130 541.542×EXP(-0.165×t))	0.99
	叶片	4 218.028/(1+395.693×EXP(-0.091×t))	0.99

2.2 地上部氮、磷、钾含量动态变化

由图 2-A 可知,移栽后,中烟特香 301 地上部氮、磷、钾含量动态变化趋势为“下降-上升-下降”。移栽当天,中烟特香 301 烟苗体内氮、磷含量达到大田生育期最大值,钾含量达到次最大值,之后逐步下降;栽后 15 d 出现短暂升高、之后逐渐下降趋于平稳。栽后 110 d,中烟特香 301 的氮、磷、钾含量分别为 1.11 %、0.16%、2.32 %;对照的氮、磷、钾含量分别为 1.15 %、0.11%、1.63%,即钾含量高于对照 0.69%。整体看,栽后 15 d 前,中烟特香 301 地上部钾含量低于对照;栽后 15 d 后,逐渐高于对照。



TN. 中烟特香 301 氮;TP. 中烟特香 301 磷;TK. 中烟特香 301 钾;CN. 对照氮;CP. 对照磷;CK. 对照钾;TG. 中烟特香 301 地上部;TS. 中烟特香 301 茎杆;TL. 中烟特香 301 叶片;CG. 对照地上部;CS. 对照茎杆;CL. 对照叶片。

图 2　烟株地上部不同生育期养分动态变化过程及累积趋势

注:其中 A 为养分 N、P、K 的变化趋势;B、C、D 分别为养分 N、P、K 的累积趋势。

2.3　地上部氮、磷、钾累积量动态变化

由图 2-B 可知,中烟特香 301 烟株地上部的氮累积总量为 90.33 kg/hm^2。氮累积量在栽后 0~ 30 d 增长缓慢,其累积量为 8.82 kg/hm^2,占总重量的 9.76 %;31 ~ 80 d 快速累积,期间累积量为 76.18 kg/hm^2,占总重量的 84.34 %;移栽 95 d 后下降。其中氮养分在叶片中的累积量主要集中在栽后 31 ~ 80 d,栽后 80 d 趋缓;而在茎杆的累积量主要集中在 栽后 60 ~ 80 d,移栽 80 d 后趋缓。磷养分累积量的动态变化趋势与氮类似,其累积总量为 9.28 kg/hm^2(如图 2-C 所示)。

由图 2-D 可知,中烟特香 301 烟株地上部钾养分的累积总量为 187.80 kg/hm^2。钾累积量在栽后 0 ~ 30 d 增长缓慢,其累积量为 15.15

kg/hm^2,占总重量的 8.07%;栽后 30 ~ 80 d 快速累积,期间累积量为 126.18 kg/hm^2,占总重量的 67.19%, 栽后 95 d 出现钾养分流失。其中叶片的钾养分累积量在栽后 30~95 d 快速累积,栽后 95 d 下降,整体高于对照;而茎杆在栽后 30 ~ 110 d 期间,一直保持正向累积,在栽后 95 d 高于对照。

2.4 地上部氮、磷、钾在茎和叶中的分配比例

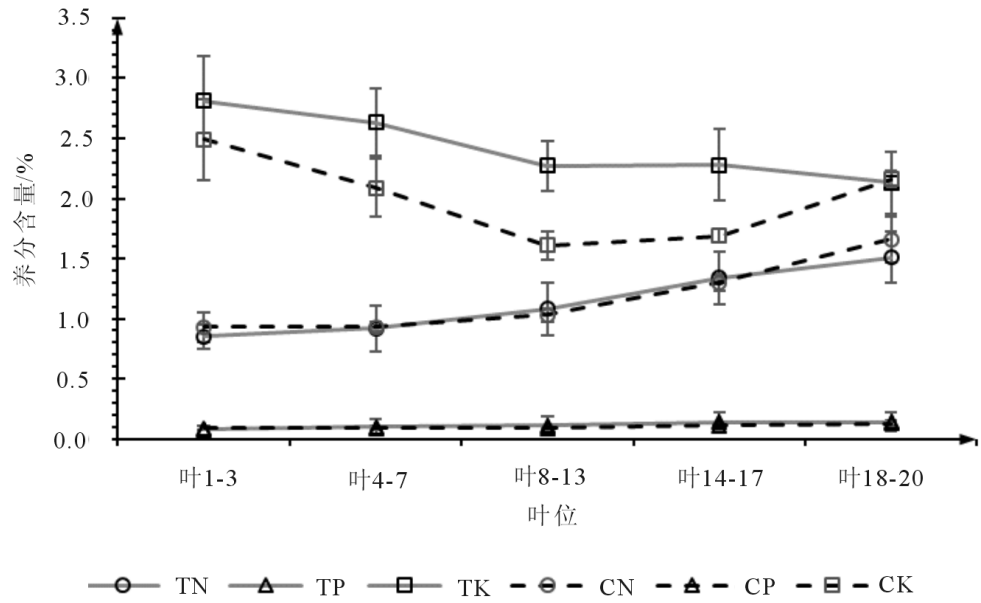
由表 2 可知,中烟特香 301 与对照的地上部养分分配至叶片的比例显著高于茎杆,且在不同生育时期,存在较大差异。地上部氮、磷、钾在叶片中的分配比例呈“先上升、再下降、最后趋于平缓”的趋势。中烟特香 301 在栽后 1 ~ 60 d 内,地上部氮、磷、钾在叶片的分配比例均高于 80 %;之后开始下降,并于打顶前后趋于平衡;110 d 时地上部氮、磷、钾分配至叶片的比例分别为 55.86±4.88 %、48.89±3.95 %、50.87±2.77 %。整体看,中烟特香 301 地上部氮、磷、钾分配比例在不同发育时期的变化趋势基本一致,其中钾在叶片中的分配比例高于对照。

表 2 中烟特香 301 与中烟 100 的地上部养分 N、P、K 分配比例

品种	移栽后天数/d	氮分配比例/%		磷分配比例/%		钾分配比例/%	
		茎杆	叶片	茎杆	叶片	茎杆	叶片
中烟	0	25.00±0	75.00±0	14.29±0	85.71±0	40.00±0	60.00±0
特香	15	12.11±1.17	87.89±5.27	18.89±1.92	81.11±6.92	13.88±1.64	86.12±7.64
301	30	8.49±0.96	91.51±8.66	12.03±1.72	87.97±6.72	11.44±1.28	88.56±8.28
	45	11.09±1.13	88.91±7.13	15.55±1.50	84.45±7.50	15.11±1.41	84.89±8.41
	60	14.00±1.90	86.00±8.90	18.34±1.59	81.66±8.59	18.83±2.80	81.17±7.80
	80	47.88±4.16	52.12±4.69	37.63±2.75	62.37±5.61	33.29±3.11	66.71±5.38
	95	47.01±4.72	52.99±5.72	47.75±4.39	52.25±4.39	40.66±5.88	59.34±5.88
	110	44.14±3.88	55.86±4.88	51.11±3.95	48.89±3.95	49.13±2.77	50.87±2.77
对照	0	26.47±0	73.53±0	20.00±0	80.00±0	33.33±0	66.67±0
	15	10.64±1.06	89.36±9.57	16.67±0	83.33±9.67	14.50±1.53	85.50±8.40
	30	9.20±0.84	90.80±9.03	12.12±0	87.88±9.09	13.53±1.24	86.47±8.79
	45	17.25±1.81	82.75±8.21	24.39±2.44	75.61±7.32	23.30±2.45	76.70±7.37
	60	17.26±1.55	82.74±9.01	23.29±2.41	76.71±7.23	25.14±2.51	74.86±6.73
	80	38.63±3.82	61.37±5.95	40.82±4.42	59.18±6.46	46.11±4.94	53.89±5.45
	95	44.26±4.87	55.74±5.58	46.95±4.67	53.05±5.84	47.11±4.38	52.89±4.81
	110	45.14±4.74	54.86±5.60	49.16±4.46	50.84±4.58	53.13±5.68	46.87±4.73

2.5 不同叶位的氮、磷、钾含量

本研究以栽后 95 d 的烟株为对象分析氮、磷、钾养分在不同叶位中的含量,这里的叶位均为从下往上从第一叶值开始计数。由图 3 可知,随着叶位的增加,中烟特香 301 与对照叶片中的氮含量逐渐升高;钾含量逐渐降低;磷含量变化较小。与对照相比,中烟特香 301 在叶 1~17 中的钾含量均高于对照。



TN. 中烟特香 301 氮;TP. 中烟特香 301 磷;TK. 中烟特香 301 钾;CN. 对照氮;CP. 对照磷;CK. 对照钾。

图 3　氮、磷、钾养分含量在中烟特香 301 不同叶位中的分布情况

3　结论

干物质是植物光合作用的产物,烤烟地上部干物质累积量与产量紧密相关[16],而营养元素吸收量与烟叶品质紧密相关。中烟特香 301 的茎、叶在不同生育期的干物质累积趋势符合 S 型 Logistic 曲线。基于其地上部干物质累积方程分析可知,栽后 0 ~ 35 d 是干物质累积缓慢期;栽后 36 ~ 75 d 是干物质快速累积期,平均累积速率为 129. 91 kg/hm^2 · d,最大值为 239. 97 kg/hm^2 · d,该阶段增加的干物质占全生育期的 93. 84 %。在栽后 0 ~ 60 d,中烟特香 301 地上部的干物质累积量与对照无显著差异;在栽后 60 d,叶片高于对照。另外,烟株叶片的干物质累积量均大于茎杆,这与已有研究结果一致[17]。

中烟特香 301 地上部的生物量与养分累积量在栽后 60~95 d 期间显著高于对照, 这表明在快速发育时期的养分需求量大于对照。中烟特香 301 地上部氮、磷、钾含量动态变化趋势为“下降-上升-下降”,栽后 110 d 的氮、磷、钾含量分别为 1. 11 %、0. 16 %、2. 32 %,累积总量分别为 90. 33 kg/hm^2、9. 28 kg/hm^2、187. 80 kg/hm^2,其中钾含量显著高于对照(两者相差 0. 69%),表明中烟特香 301 对钾的需求量高于对照,而钾含量与烟叶品质呈正相关,在大田生育期保障钾肥供应,有助于提升中烟特香 301 的品质。

参 考 文 献:

[1] 晁江涛,吴新儒,宋青松,等. 烤烟新品种中烟特香 301 的选育及特征特性[J]. 中国烟草科学,2022,43(3):7-13.

[2] 曹建敏,别瑞,王玉华,等. 烤烟新品种中烟特香 301 特征香气物质研究[J]. 中国烟草科学,2022,43(2):64-70.

[3] 貊志杰,邓帅军,史素娟,等. 烤烟品种中烟特香 301 烤后烟叶石油醚提取物分析[J]. 中国烟草科学,2022,43(3):71-77.

[4] 刘西金,田洪彰,王宝剑,等. 不同施氮量对烤烟新品种中烟特香 301 烟叶质量的影响[J]. 农业开发与装备,2022(9):185-187.

[5] 田震,孙晋浩,武钰存,等. 中烟特香 301 特异 SNP 指纹图谱构建及应用[J]. 中国烟草科学,2024,45(5):8-16.

[6] 霍光, 文涛, 吴珊,等. 提高烤烟叶片钾含量途径的研究进展[J]. 湖南农业科学, 2020(2): 112-114.

[7] 王发勇,袁清华,廖宜树,等. 栽培措施对烤烟生育进程的影响研究进展[J]. 中国烟草科学,2016,37(2):89-94.

(下转第 25 页)