

# Interaction Effects of Nitrogen Application Rate and Planting Density on Agronomic and Economic Characters of Yunyan 87

Xudong Zhu<sup>1\*</sup>, Bin Zhou<sup>2#</sup>, Wenyu Li<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha Hunan

<sup>2</sup>Yunnan Company, China National Tobacco Corporation, Kunming Yunnan

<sup>3</sup>Qidong Tobacco Company, Hengyang Hunan

Email: <sup>\*</sup>xzdzhaoju@126.com, <sup>#</sup>20660445@qq.com

Received: Jun. 30<sup>th</sup>, 2018; accepted: Jul. 19<sup>th</sup>, 2018; published: Jul. 26<sup>th</sup>, 2018

## Abstract

Tobacco is one of the main cash crop and an important income source for peasant in Qidong. It was the main cultivar in tobacco growing area of Qidong. In order to explore interaction perfect pattern of nitrogen application rate and planting density for Yunyan 87 in Qidong, randomized block design was used to investigate of effects of different density and nitrogen amount on agronomic trait and economic trait of Yunyan 87. The results showed it was the best for interaction effects when the nitrogen application rate was 10 kg/667 m<sup>2</sup> and the plant density was 1.2 m × 0.55 m at squaring period; the length and breadth were the largest for upside leaves, and wider for lower middle part leaves. It was the best for interaction effects when the nitrogen application rate was 12 kg/667 m<sup>2</sup> and the plant density was 1.2 m × 0.45 m at toping period and picking time; the length was the longest or longer for upside, middle part and bottom leaves, and the widest for upside and middle part leaves. It was the best planting pattern for Qidong with the nitrogen application rate 12 kg/667 m<sup>2</sup> and plant density 1.2 m × 0.45 m.

## Keywords

Yunyan 87, The Nitrogen Application Rate, Plant Density, Interaction

# 施氮量和种植密度互作对云烟87农艺性状和经济性状的影响

朱旭东<sup>1\*</sup>, 周彬<sup>2#</sup>, 李文宇<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>湖南农业大学农学院, 湖南 长沙

\*第一作者。

#通讯作者。

<sup>2</sup>中国烟草总公司云南省公司, 云南 昆明

<sup>3</sup>祁东县烟草公司, 湖南 衡阳

Email: zxdzhaoju@126.com, #20660445@qq.com

收稿日期: 2018年6月30日; 录用日期: 2018年7月19日; 发布日期: 2018年7月26日

## 摘要

烤烟是祁东县的主要经济作物之一, 是农民经济收入的重要来源。云烟87是祁东烟区的主栽品种, 为探索云烟87在祁东烟区理想的施氮量和种植密度互作模式, 本研究以云烟87为供试品种, 采用随机区组设计, 对施氮量和种植密度互作对云烟87农艺性状和经济性状的影响进行了研究。结果表明: 现蕾期施氮量为10 kg/667 m<sup>2</sup>, 种植密度为1.2 m × 0.55 m时, 互作效果最好, 上部叶片的长和宽都是最大的, 中下部叶片较长较宽; 打顶期和采收期施氮量为12 kg/667 m<sup>2</sup>, 种植密度为1.2 m × 0.45 m时, 互作效果最好, 其上部、中部和下部叶叶长是最长或较长的, 上部和中部叶的叶宽是最宽的。因此在祁东烟区烤烟最佳的种植模式是施氮量为12 kg/667 m<sup>2</sup>, 种植密度为1.2 m × 0.45 m。

## 关键词

云烟87, 施氮量, 种植密度, 互作

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 引言

烟草是一种重要的经济作物, 烟草产业是农村发展的重要推力, 是农民增收的重要途径之一。提高烟叶的质量和产量是增加农民收入, 确保烟草产业可持续发展基础。氮肥的施用量和种植密度与烟叶的质量和产量有着密切的关系。学者们对烟草生产适宜的施氮量和合理种植密度进行了大量的探讨。氮是烟草生长发育和品质形成必需的营养元素[1][2], 适时适量的氮素营养, 能提高烟叶质量, 增加烟叶产量[3]。烟叶的质量和产量受自然环境条件、栽培技术和品种等多种因素的影响[4], 其中种植密度和施氮量是决定烟叶产量和品质的关键因子[5]。人就烟草种植的适宜密度[6]-[11]、施氮量[12][13]及施氮量和密度的互作效应[14][15][16]进行了大量研究, 但因不同地区自然环境条件及品种不同致使研究结果差异较大, 如供试品种同为云烟85, 封俊等[8]在四川攀枝花市开展的试验表明施纯氮80.25 kg/hm<sup>2</sup>、密度为18,000株/hm<sup>2</sup>为适宜施氮量和密度, 而周文亮等[9]在广西百色地区开展的试验表明最佳施纯氮量为112.5 kg/hm<sup>2</sup>、密度为16,667株/hm<sup>2</sup>, 为适宜施氮量和密度。说明烤烟优质适产合理的施氮量和密度与种植区域有密切关系。本研究用云烟87作为供试品种, 探索了云烟87在祁东烟区适宜的施氮量和种植密度, 以期对云烟87在祁东大面积生产提供指导。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 试验地点

试验田地设在衡阳市祁东县双桥镇油塘村种植户彭新春烟草田地, 田间土壤系红壤型, 地质肥力基

本一致,地势平坦、排灌方便、肥力中等,烟田为烟稻轮作。该地位于 112.12°E, 26.78°N, 年平均气温 17.9℃, 降水量 1232.9 mm, 日照率 36%, 有霜日 16 天。

## 2.2. 供试烤烟品种及播种期

云烟 87, 2015 年 12 月 15 日播种。

## 2.3. 试验设计

试验地采用随机区组设计, 设施氮量(N)和种植密度(D)两个试验因素, 其中施氮量处理, 设 667 m<sup>2</sup> 施纯氮 9 kg、10 kg、11 kg、12 kg 四个水平(分别用 N1、N2、N3、N4 表示); 密度因素设行株距 1.2 m × 0.45 m, 1.2 m × 0.5 m, 1.2 m × 0.55 m 三个水平(分别用 D1、D2、D3 表示)。共 12 个处理, 每处理重复 3 次, 总计 36 个小区, 每小区 6 垄, 每垄长 4.5 m, 小区面积 32.4 m<sup>2</sup>。小区之间用圳及厢沟隔开, 四周设保护行。密度 1.2 m × 0.45 m 小区每行栽烟 10 株, 共栽烟 60 株; 密度 1.2 m × 0.50 m 小区每行栽烟 9 株, 共栽烟 54 株; 密度 1.2 m × 0.55 m 小区每行栽烟 8 株, 共栽烟 48 株。2016 年 1 月移栽, 栽培管理水平按当地正常标准进行。

## 2.4. 考察项目

农艺性状: 每处理选取长势适中的代表性烟株 3 株, 测量株高、茎围、节距、有效叶片数(最后收获的叶片数)、上中下部位叶长宽等指标。

经济性状: 按国家分级标准分级(烤烟 GB2635-1992)对标记烟叶分级统计, 分别取各处理的中部烟叶(C<sub>1</sub>F)、上部烟叶(B<sub>2</sub>F)各 3.0 kg 分别用于烟叶物理外观质量检测、化学成分分析和感官评吸。烟叶价格按祁东县 2016 年收购价格统计。统计各处理烤后全部原烟(包括样品)的各个等级比例、各小区烟叶重量、价格等。分别计算小区产量、均价、产值、上中等烟比例等。

数据处理: 用 Excel 进行数据整理, DPS 软件进行方差分析和新复极差分析。

## 3. 结果分析

### 3.1. 施氮量和种植密度互作对烤烟农艺性状的影响

#### 3.1.1. 施氮量和种植密度互作对烤烟叶长和叶宽的影响

种植密度对烤烟叶长和叶宽也会有一定的影响。现蕾期随着种植密度的加大, 叶长有变短的趋势; 上部和中部叶叶宽有变宽的趋势, 而下部叶有变宽窄的趋势。打顶期以中等种植密度的叶长最长, 高种植密度的次之, 最短的是低种植密度; 而叶宽在不同种植密度条件下差异不大。采收期有随着种植密度的减小有叶长变短, 叶宽有变窄的趋势(见表 1)。

施氮量对叶长和叶宽也有较大的影响。现蕾期随着施氮量的增加叶长有变短的趋势, 叶宽则是中等施氮量的叶宽较宽。打顶期随着施氮量的增加, 叶长逐渐变长, 叶宽则是上部叶随着施氮量的增加而加宽, 中下部的叶宽则以中等施氮量的叶宽较宽。采收期随着施氮量的增加叶长变长和叶宽变宽(见表 1)。

施氮量和种植密度互作对叶长和叶宽在不同时期和不同处理间表现出一定的差异, 总体来说现蕾期 N2D3 表现出其上部叶片的长和宽都是最大的, 中下部的叶长中等, 叶宽都是比较宽的, 其次是 N2D1 上中下部烟叶长度比较长和宽度都是比较宽, 特别是下部叶片的长和宽都是最大的, 表现最差的是 N4D3, 其上部叶叶长处于倒数第 2, 叶宽也比较窄, 中部叶和下部叶的叶长和叶宽是最小的; 而在打顶期和采收期表现最好 N4D1, 打顶期上部、中部和下部叶叶长是最长的, 上部和中部叶的叶宽是最宽的, 且与其它施氮量和种植密度配套模式间有显著或极显著差异, 采收期上部和中部叶叶长最长, 叶宽是最宽的, 且与其它施氮量和种植密度配套模式间有显著或极显著差异, 其次是 N4D1, 表现最差的是 N1D3 (见表 1)。

**Table 1.** The interaction effects for nitrogen application rate and planting density of leaves length and leaves width, unit: cm  
**表 1.** 叶长和叶宽施氮量和种植密度互作情况, 单位: cm

| 处理  | 叶长   |       |     |      |       |     |     |       |     | 叶宽  |       |     |     |       |     |     |       |     |      |
|-----|------|-------|-----|------|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|------|
|     | 上部   |       |     | 中部   |       |     | 下部  |       |     | 上部  |       |     | 中部  |       |     | 下部  |       |     |      |
|     | 均值   | 5%    | 1%  | 均值   | 5%    | 1%  | 均值  | 5%    | 1%  | 均值  | 5%    | 1%  | 均值  | 5%    | 1%  | 均值  | 5%    | 1%  |      |
| 现蕾期 | N1D1 | 48.27 | cde | CDE  | 66.03 | a   | AB  | 63.33 | ab  | AB  | 14.37 | d   | D   | 26.57 | d   | D   | 28.70 | abc | ABC  |
|     | N1D2 | 44.87 | ef  | DE   | 66.30 | a   | A   | 61.83 | abc | AB  | 14.02 | d   | D   | 27.77 | bc  | B   | 27.80 | cde | BCDE |
|     | N1D3 | 54.07 | b   | B    | 62.67 | cd  | CDE | 60.77 | abc | AB  | 18.01 | b   | B   | 26.83 | d   | CD  | 28.23 | bcd | ABCD |
|     | N2D1 | 51.73 | bc  | BC   | 63.47 | bc  | CDE | 64.03 | a   | A   | 18.59 | b   | B   | 27.97 | bc  | AB  | 29.43 | a   | A    |
|     | N2D2 | 50.07 | bcd | BCD  | 62.53 | cd  | DE  | 60.13 | bc  | AB  | 17.03 | c   | C   | 28.77 | a   | A   | 28.67 | abc | ABC  |
|     | N2D3 | 60.00 | a   | A    | 63.80 | bc  | CD  | 60.93 | abc | AB  | 22.11 | a   | A   | 28.23 | ab  | AB  | 28.80 | ab  | ABC  |
|     | N3D1 | 47.03 | def | CDE  | 66.10 | a   | AB  | 62.63 | ab  | AB  | 14.07 | d   | D   | 27.47 | c   | BC  | 29.03 | ab  | AB   |
|     | N3D2 | 50.60 | bcd | BC   | 63.17 | bcd | CDE | 61.63 | abc | AB  | 16.55 | c   | C   | 25.50 | e   | E   | 28.37 | bcd | ABCD |
|     | N3D3 | 54.00 | b   | B    | 63.17 | bcd | CDE | 58.87 | c   | B   | 18.30 | b   | B   | 28.33 | ab  | AB  | 27.23 | ef  | DE   |
|     | N4D1 | 43.70 | f   | E    | 64.17 | b   | CD  | 60.73 | abc | AB  | 13.89 | d   | D   | 26.20 | d   | DE  | 27.67 | de  | CDE  |
|     | N4D2 | 44.00 | f   | E    | 64.47 | b   | BC  | 62.90 | ab  | AB  | 12.74 | e   | E   | 26.27 | d   | DE  | 27.23 | ef  | DE   |
|     | N4D3 | 43.80 | f   | E    | 61.90 | d   | E   | 59.73 | bc  | AB  | 14.10 | d   | D   | 27.53 | c   | BC  | 26.70 | f   | E    |
| 打顶期 | N1D1 | 60.00 | d   | CD   | 72.47 | bc  | ABC | 64.00 | bc  | ABC | 16.67 | e   | DE  | 24.70 | ef  | DE  | 26.47 | d   | C    |
|     | N1D2 | 60.23 | d   | CD   | 74.50 | ab  | AB  | 68.13 | a   | A   | 16.50 | e   | E   | 24.03 | f   | E   | 26.83 | d   | C    |
|     | N1D3 | 60.57 | d   | CD   | 72.67 | bc  | ABC | 65.30 | abc | ABC | 16.93 | de  | DE  | 24.90 | ef  | DE  | 28.97 | bc  | B    |
|     | N2D1 | 60.37 | d   | CD   | 70.67 | c   | BC  | 65.37 | abc | ABC | 16.57 | e   | DE  | 26.80 | bc  | AB  | 31.97 | a   | A    |
|     | N2D2 | 62.97 | bc  | BC   | 72.90 | bc  | ABC | 64.63 | abc | ABC | 16.83 | de  | DE  | 27.07 | abc | AB  | 28.97 | bc  | B    |
|     | N2D3 | 60.83 | cd  | CD   | 70.20 | c   | C   | 63.00 | bc  | BC  | 18.70 | a   | A   | 26.17 | cd  | BC  | 28.20 | c   | B    |
|     | N3D1 | 63.10 | bc  | BC   | 76.10 | a   | A   | 68.03 | a   | A   | 17.40 | cd  | CDE | 26.67 | bc  | ABC | 29.27 | bc  | B    |
|     | N3D2 | 62.87 | bc  | BCD  | 75.10 | ab  | A   | 67.77 | a   | AB  | 17.93 | bc  | ABC | 25.53 | de  | CD  | 29.43 | b   | B    |
|     | N3D3 | 59.60 | d   | D    | 70.30 | c   | C   | 62.70 | c   | C   | 17.07 | de  | CDE | 26.93 | abc | AB  | 29.33 | b   | B    |
|     | N4D1 | 67.63 | a   | A    | 76.57 | a   | A   | 68.23 | a   | A   | 18.83 | a   | A   | 27.83 | a   | A   | 29.03 | bc  | B    |
|     | N4D2 | 67.20 | a   | A    | 76.23 | a   | A   | 68.13 | a   | A   | 18.37 | ab  | AB  | 27.57 | ab  | A   | 29.00 | bc  | B    |
|     | N4D3 | 65.00 | b   | AB   | 75.93 | a   | A   | 66.60 | ab  | ABC | 17.50 | cd  | BCD | 27.37 | ab  | AB  | 28.87 | bc  | B    |
| 采收期 | N1D1 | 63.87 | bc  | BCD  | 73.00 | f   | FG  |       |     |     | 17.80 | c   | CD  | 24.17 | fgh | EFG |       |     |      |
|     | N1D2 | 63.60 | bc  | BCDE | 80.57 | a   | A   |       |     |     | 17.50 | cd  | D   | 24.63 | efg | EFG |       |     |      |
|     | N1D3 | 59.53 | e   | F    | 71.67 | g   | G   |       |     |     | 16.20 | e   | E   | 24.93 | ef  | DEF |       |     |      |
|     | N2D1 | 62.97 | cd  | BCDE | 75.23 | de  | CDE |       |     |     | 17.57 | c   | D   | 23.73 | gh  | FG  |       |     |      |
|     | N2D2 | 65.63 | b   | B    | 76.57 | bc  | BC  |       |     |     | 19.37 | b   | B   | 25.60 | de  | CDE |       |     |      |
|     | N2D3 | 62.67 | cd  | CDE  | 74.13 | e   | EF  |       |     |     | 16.53 | e   | DE  | 24.40 | fg  | EFG |       |     |      |
|     | N3D1 | 69.23 | a   | A    | 77.53 | b   | B   |       |     |     | 19.57 | b   | B   | 26.73 | bc  | ABC |       |     |      |
|     | N3D2 | 63.87 | bc  | BCD  | 74.50 | e   | DEF |       |     |     | 17.07 | cde | DE  | 26.30 | cd  | BCD |       |     |      |
|     | N3D3 | 61.07 | de  | DEF  | 79.63 | a   | A   |       |     |     | 16.60 | de  | DE  | 24.53 | efg | EFG |       |     |      |
|     | N4D1 | 70.53 | a   | A    | 80.80 | a   | A   |       |     |     | 21.37 | a   | A   | 27.93 | a   | A   |       |     |      |
|     | N4D2 | 70.13 | a   | A    | 79.77 | a   | A   |       |     |     | 21.17 | a   | A   | 27.77 | ab  | AB  |       |     |      |
|     | N4D3 | 63.93 | bc  | BC   | 76.00 | cd  | BCD |       |     |     | 18.90 | b   | BC  | 23.10 | h   | G   |       |     |      |

注: N1: 9 kg/667 m<sup>2</sup>, N2: 10 kg/667 m<sup>2</sup>, N3: 11 kg/667 m<sup>2</sup>, N4: 12 kg/667 m<sup>2</sup>; D1: 1.2 m × 0.45 m, D2: 1.2 m × 0.5 m, D3: 1.2 m × 0.55 m。大写字母表示极显著, 小写字母表示显著。下同。

### 3.1.2. 施氮量和种植密度互作对烤烟茎围、株高、节距和有效叶片的影响

在施氮量一定的条件下，现蕾期随着种植密度的降低，茎围、节距减小，株高变矮，有效叶片数减少。在种植密度一定的条件下，低施氮量的有效叶片数最多，但株高最高，节距最大，茎围较小；高施氮量有效叶片数较多，节距较小，株高较矮，茎围最大；中等施氮量茎围小，株高较高，节距较大，有效叶片数较少。在打顶期和采收期，有随着施氮量的增加有茎围加大，株高变矮，节距减小，有效叶片数增多的趋势(见表 2)。

**Table 2.** The interaction effects for nitrogen application rate and planting density of stem girth, plant height, stem pitch and effective leaves

**表 2.** 茎围、株高、节距和有效叶片施氮量和种植密度间互作情况

| 调查时间 | 处理   | 茎围/cm |      |       | 株高/cm  |     |      | 节距/cm |     |      | 有效叶片/片 |     |      |
|------|------|-------|------|-------|--------|-----|------|-------|-----|------|--------|-----|------|
|      |      | 均值    | 5%   | 1%    | 均值     | 5%  | 1%   | 均值    | 5%  | 1%   | 均值     | 5%  | 1%   |
| 现蕾期  | N1D1 | 8.35  | bc   | B     | 83.7   | a   | A    | 48.87 | a   | A    | 16.77  | a   | A    |
|      | N1D2 | 8.31  | bc   | BC    | 82.1   | ab  | AB   | 48.37 | a   | AB   | 16.57  | a   | AB   |
|      | N1D3 | 8.34  | bc   | B     | 72.97  | de  | DE   | 41.47 | e   | D    | 15.23  | bcd | BCD  |
|      | N2D1 | 8.38  | bc   | AB    | 77.47  | c   | BCD  | 46.40 | bc  | C    | 15.77  | abc | ABC  |
|      | N2D2 | 8.28  | bc   | BC    | 77.17  | cd  | BCD  | 43.27 | d   | D    | 15.23  | bcd | BCD  |
|      | N2D3 | 8.23  | bcd  | BC    | 71.03  | e   | E    | 42.40 | de  | D    | 14.57  | cd  | CD   |
|      | N3D1 | 8.56  | ab   | AB    | 75.7   | cd  | CDE  | 48.47 | a   | AB   | 16.20  | ab  | AB   |
|      | N3D2 | 7.80  | d    | C     | 73.2   | de  | DE   | 41.60 | e   | D    | 14.10  | d   | D    |
|      | N3D3 | 8.04  | cd   | BC    | 78.27  | bc  | ABCD | 45.23 | c   | C    | 14.67  | cd  | CD   |
|      | N4D1 | 8.89  | a    | A     | 79.67  | abc | ABC  | 47.00 | b   | BC   | 15.67  | abc | ABC  |
|      | N4D2 | 8.48  | ab   | AB    | 78.6   | bc  | ABCD | 46.60 | b   | C    | 16.37  | ab  | AB   |
|      | N4D3 | 8.40  | bc   | AB    | 70.67  | e   | E    | 42.17 | de  | D    | 15.67  | abc | ABC  |
| 打顶期  | N1D1 | 8.36  | def  | CD    | 92.90  | b   | B    | 50.10 | a   | A    | 15.97  | b   | BC   |
|      | N1D2 | 8.18  | f    | D     | 90.67  | bc  | BC   | 49.33 | ab  | ABC  | 15.90  | b   | BCD  |
|      | N1D3 | 8.50  | bcde | BCD   | 87.97  | cde | BCD  | 47.00 | d   | D    | 15.23  | cd  | CDE  |
|      | N2D1 | 9.19  | a    | A     | 107.47 | a   | A    | 47.37 | cd  | D    | 16.03  | b   | B    |
|      | N2D2 | 8.75  | b    | BC    | 92.63  | b   | B    | 49.50 | a   | AB   | 15.03  | d   | E    |
|      | N2D3 | 8.53  | bcd  | BCD   | 90.00  | bcd | BC   | 45.17 | e   | E    | 14.90  | d   | E    |
|      | N3D1 | 8.20  | ef   | D     | 92.00  | b   | B    | 49.93 | a   | AB   | 15.97  | b   | BC   |
|      | N3D2 | 8.56  | bcd  | BCD   | 90.07  | bcd | BC   | 44.30 | e   | E    | 15.20  | cd  | CDE  |
|      | N3D3 | 8.64  | bcd  | BC    | 86.43  | de  | CD   | 48.77 | abc | ABCD | 15.33  | cd  | BCDE |
|      | N4D1 | 8.81  | b    | B     | 89.87  | bcd | BC   | 47.53 | cd  | CD   | 16.77  | a   | A    |
|      | N4D2 | 8.71  | bc   | BC    | 84.33  | e   | D    | 48.03 | bcd | BCD  | 16.10  | b   | AB   |
|      | N4D3 | 8.41  | cdef | BCD   | 90.43  | bc  | BC   | 44.87 | e   | E    | 15.63  | bc  | BCDE |
| 采收期  | N1D1 | 8.95  | ab   | ABC   | 91.00  | a   | A    | 44.53 | b   | C    | 12.10  | d   | C    |
|      | N1D2 | 9.05  | a    | AB    | 89.10  | a   | A    | 45.90 | b   | BC   | 12.53  | cd  | C    |
|      | N1D3 | 8.16  | d    | E     | 91.43  | a   | A    | 45.00 | b   | C    | 12.90  | bcd | ABC  |
|      | N2D1 | 8.72  | abc  | ABCDE | 88.57  | a   | A    | 41.23 | c   | D    | 10.30  | e   | D    |
|      | N2D2 | 8.77  | abc  | ABCD  | 84.57  | b   | B    | 40.43 | c   | D    | 10.43  | e   | D    |
|      | N2D3 | 8.45  | cd   | CDE   | 91.20  | a   | A    | 45.67 | b   | BC   | 10.10  | e   | D    |
|      | N3D1 | 8.74  | abc  | ABCD  | 84.33  | b   | B    | 48.43 | a   | A    | 13.63  | ab  | AB   |
|      | N3D2 | 8.32  | cd   | DE    | 90.57  | a   | A    | 45.33 | b   | C    | 12.63  | cd  | BC   |
|      | N3D3 | 8.55  | bcd  | BCDE  | 91.33  | a   | A    | 47.47 | a   | AB   | 10.57  | e   | D    |
|      | N4D1 | 9.14  | a    | A     | 89.90  | a   | A    | 40.60 | c   | D    | 13.77  | a   | A    |
|      | N4D2 | 9.00  | ab   | ABC   | 81.67  | b   | B    | 41.80 | c   | D    | 13.57  | ab  | AB   |
|      | N4D3 | 9.05  | a    | AB    | 82.90  | b   | B    | 32.53 | d   | E    | 13.03  | abc | ABC  |

施氮量和种植密度互作对云烟 87 的茎围、株高、节距和有效叶片 4 个性状有较大影响。现蕾期施氮量和种植密度互作效果最明显的是 N1D1 和 N1D2, 虽然有效叶片是较多的, 但株高太高, 节距太长; 而 N4D1 和 N4D 茎围较大, 株高较矮, 节距较小, 有效叶片数较多。打顶期和采收期 N1D1 这种配套模式互作效果也很明显, 且有效叶片较多, 但这种模式也存在着茎围较小, 株高较高, 节距较大。N4D1 这种模式茎围较大的, 有效叶片数是最多的, 株高较矮, 节距较小; 其次是 N4D2 模式, 这种模式也是茎围较大, 有效叶片数较多, 株高较矮, 节距较小。打顶期最差的是 N2D2, 虽然茎较大, 但株高较高, 节距较大, 叶片数较少。采收期最差的是 N2D3, 茎围较小, 株高较高, 节距较大, 有效叶片数最少(见表 2)。

### 3.2. 施氮量和种植密度对烟叶经济性状的影响

不同种植密度对烟叶的经济性状有一定的影响: 施纯氮 9 kg/667 m<sup>2</sup>、10 kg/667 m<sup>2</sup> 和 12 kg/667 m<sup>2</sup> 时, 烟叶的产量和小区产值随种植密度的降低变化不大, 施纯氮 11 kg/667 m<sup>2</sup> 时烤后烟叶产量和产值则随密度的降低而显著降低。不同施氮量对烟叶的产量和小区产值影响较大, 随着施氮量的增加, 烟叶的产量和小区产值增加, 12 kg/667 m<sup>2</sup> 的产量和小区产值是最大的。种植密度为 1.2 m × 0.45 m 时, 均价最高, 其次是 1.2 m × 0.5 m, 最低的是 1.2 m × 0.55 m; 施氮量为 12 kg/667 m<sup>2</sup> 均价最高, 其次是 10 kg/667 m<sup>2</sup>, 最低的是 9 kg/667 m<sup>2</sup>。种植密度为 1.2 m × 0.45 m 时, 中上等烟的比例最高, 为 95.2%, 其次是 1.2 m × 0.55 m, 为 93.8%, 最低的是 1.2 m × 0.5 m, 为 92.7%; 施氮量为 10 kg/667 m<sup>2</sup> 时, 中上等烟比例最高, 达到 95.8%, 其次是 9 kg/667 m<sup>2</sup>, 为 94.83, 最低的是 11 kg/667 m<sup>2</sup>, 为 91.98% (见表 3)。

从种植密度和施氮量的互作来看, 施氮量为 12 kg/667 m<sup>2</sup>, 种植密度为 1.2 m × 0.45 m 时, 产量、小区产值最高和均价最高, 产量、小区产值和均价分别为 175.2 kg/667 m<sup>2</sup>、216.0 元、27.8 元/kg, 其次是施氮量为 12 kg/667 m<sup>2</sup>, 种植密度为 1.2 m × 0.5 m, 最差的是 9 kg/667 m<sup>2</sup>, 种植密度为 1.2 m × 0.5 m。期均价为 27.7 元/kg。中上等烟的比例最高的是施氮量为 10 kg/667 m<sup>2</sup>, 种植密度为 1.2 m × 0.45 m, 其次是施氮量为 10 kg/667 m<sup>2</sup>, 种植密度为 1.2 m × 0.55 m, 中上等烟比例最低的是施氮量为 11 kg/667 m<sup>2</sup>, 种植密度为 1.2 m × 0.55 m (见表 3)。

**Table 3.** The economic characteristics of treatments for different planting density and nitrogen application rate

**表 3.** 不同移栽密度不同施肥各处理烤烟经济性状

| 处理   | 小区产量<br>/kg | 折合亩产<br>/kg/667m <sup>2</sup> | 小区产值<br>/元 | 折合均价<br>/元/kg | 上等烟<br>/% | 中等烟<br>/% |
|------|-------------|-------------------------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| N1D1 | 6.90fD      | 142                           | 175.2fgEF  | 25.4          | 71.7      | 22.0      |
| N1D2 | 6.75fD      | 138.9                         | 170.6gF    | 25.3          | 73.5      | 22.9      |
| N1D3 | 6.75fD      | 139                           | 172.8gEF   | 25.6          | 74.0      | 20.4      |
| N2D1 | 7.40deBC    | 152.3                         | 195.8cdBC  | 26.5          | 68.9      | 29.0      |
| N2D2 | 7.30eC      | 150.2                         | 188.3eCD   | 25.8          | 71.1      | 20.8      |
| N2D3 | 7.26eC      | 149.4                         | 193.1deBC  | 26.6          | 75.0      | 22.1      |
| N3D1 | 7.75abAB    | 159.5                         | 209.2bA    | 27.0          | 72.3      | 23.0      |
| N3D2 | 7.50bcdeABC | 154.3                         | 200.2cB    | 26.7          | 69.7      | 21.1      |
| N3D3 | 7.48cdeABC  | 154.0                         | 180.3fDE   | 24.1          | 69.0      | 20.8      |
| N4D1 | 7.77aA      | 160.0                         | 216.0aA    | 27.8          | 72.9      | 21.0      |
| N4D2 | 7.68abcAB   | 158.0                         | 213.0abA   | 27.7          | 70.7      | 21.0      |
| N4D3 | 7.60abcdABC | 156.4                         | 200.0cB    | 26.3          | 69.0      | 24.8      |

## 4. 结论与讨论

同一品种在不同烟区其适宜的施氮量和种植密度有较大的差异, 封俊等[8]在攀枝花市的试验表明施纯氮 80.25 kg/hm<sup>2</sup>、密度为 18,000 株/hm<sup>2</sup> 为适宜施氮量和密度, 而周文亮等[9]在百色地区的试验表明最佳施纯氮量为 112.5 kg/hm<sup>2</sup>、密度为 16,667 株/hm<sup>2</sup>, 为适宜施氮量和密度。因此一个品种适宜的施氮量和种植密度应结合当地的自然环境和土壤肥力状况, 不是一成不变的。云烟 87 在祁东烟区适宜的施氮量和种植密度分别是 12 kg/667 m<sup>2</sup> 和 1.2 m × 0.45 m, 其次是 11 kg/667 m<sup>2</sup> 和 1.2 m × 0.5 m, 采用这两种施氮量和种植密度, 其上中下部的烟叶较长较宽、茎围较大、有效叶片数较多、株高较矮、节距样短, 其产量、中上等烟的比例、均价和产值较高。

## 参考文献

- [1] 胡国松, 郑伟, 王震东, 等. 烤烟营养原理[M]. 北京科学出版社, 1995.
- [2] 韩锦峰, 刘国顺, 韩富根. 氮素用量、形态和种类对烤烟生长发育及产量品质影响的研究[J]. 中国烟草学报, 1990, 24(3): 276-283.
- [3] 化党领, 黄向东, 刘世亮, 等. 氮素形态和数量对烤烟干物质积累及钾含量与积累量的影响[J]. 河南农业科学, 2005(5): 49-52.
- [4] 毛家伟, 张翔, 王宏, 等. 种植密度和氮用量对烟叶光合特性产量质量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(5): 66-70.
- [5] 张喜峰, 张立新, 高梅, 等. 密度与氮肥互作对烤烟圆顶期农艺及经济性状的影响[J]. 中国烟草科学, 2012, 33(5): 36-41.
- [6] 孔德懋, 杨通隆, 梁亨武. 贵烟 201 施氮量及移栽密度组合优选试验[J]. 耕作与栽培, 2012(4): 25-26.
- [7] 唐先干, 李祖章, 胡启锋, 等. 种植密度与施氮量对江西紫色土烤烟产量及农艺性状的影响[J]. 中国烟草科学, 2012(3): 47-51.
- [8] 封俊, 杨鹏, 吕婉茹, 等. 施氮量和种植密度对攀西地区烤烟个体发育水平和群体结构的影响[J]. 四川农业科技, 2016(4): 39-42.
- [9] 周文亮, 赖洪敏, 黄瑾, 等. 百色烟区烤烟合理种植密度及施肥量研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(26): 12823-12826.
- [10] 张雨薇, 陆元, 门思润, 等. 施氮量和密度对浏阳烤烟农艺性状与经济性状的耦合效应[J]. 湖南农业科学, 2016(10): 45-48.
- [11] 刘博华, 张渐隆, 曲鹏, 等. 烤烟控氮增密技术研究[J]. 现代农业科技, 2016(3): 33-34.
- [12] 孟智勇, 曹晓涛, 张东峰, 等. 施氮量对浓香型烤烟农艺性状及品质的影响[J]. 河南农业科学, 2013(13): 55-58.
- [13] 杜兴, 华耿伟. 氮用量和种植密度对烤烟生长及产量质量的影响[J]. 安徽农学通报, 2014, 20(5): 40-42.
- [14] 杨隆飞, 占朝琳, 郑聪, 等. 施氮量与种植密度互作对烤烟生长发育的影响[J]. 江西农业学报, 2011, 23(6): 46-48.
- [15] 张喜峰, 张立新, 高梅, 等. 密度与氮肥互作对烤烟氮钾含量、光合特性及产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2013(2): 32-36, 61.
- [16] 张喜峰. 密度和氮肥互作对烤烟生长及产质量的影响[J]. 农学学报, 2015, 5(4): 68-72.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5507，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)