

施氮量对乌塌菜生长、氮素利用及效益表现的影响

周 娜 娜, 王 刚, 杜 前 进, 丁 文 慈, 史 云 峰

(海南热带海洋学院 生命科学与生态学院, 海南 三亚 572022)

摘 要:以三叶期乌塌菜为试材,防虫网条件下,采用单因素随机区组试验,设计了6个氮水平,探讨了不同施氮量对乌塌菜的生长、产量、品质、效益和氮素的吸收利用的影响。结果表明:随着氮肥施入量的增加,乌塌菜的株高、根质量和地上部鲜质量、单株产量、总产量均随施氮量的增加呈现明显的先增高后下降趋势,叶片数没有明显的规律性变化,根冠比、纤维素含量呈下降趋势,硝酸盐含量呈上升趋势; $N\ 22.5\ g\cdot m^{-2}$ 氮肥水平的根质量、地上部鲜质量、单株产量和总产量、产值和效益均达到最大;乌塌菜的净菜率、硝酸盐含量增加,维生素C含量和纤维素含量降低;总吸氮量、氮肥吸收利用率先升高后降低, $N\ 22.5\ g\cdot m^{-2}$ 处理吸氮量达到最大值, $N\ 15.0\ g\cdot m^{-2}$ 处理氮肥吸收利用率达到最大值,氮素的农学利用率和偏生产力均呈下降趋势。氮肥对乌塌菜的品质影响很大,合理施用氮肥,能显著提高效益和改善氮素的利用情况。该试验条件下,乌塌菜最佳氮肥施用量为 $N\ 22.5\ g\cdot m^{-2}$ 。

关键词:氮肥;乌塌菜;生长;效益;氮素利用

中图分类号:S 634.406⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)16-0001-06

乌塌菜(*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *rosularis* Tsen et Lee) 属十字花科芸苔属芸苔种白菜亚种的一个变种,是一种稀特绿叶菜类蔬菜,营养较丰富,喜强光照和凉爽的气候条件,国内各省市均有种植,市场前景好。关于乌塌菜的研究报道较其它作物少,这些报道涉及乌塌菜的生物学、种植技术和遗传学等方面的研究^[1],但在深入研究乌塌菜的品质变化和对某一元素的吸收利用等方面的研究不多。另外,氮肥是影响绿叶菜类蔬菜生长、产量和品质的一个重要因素,

氮肥施用不足明显降低产量,氮肥施用过多又会促进蔬菜内的硝酸盐累积^[2]。该研究探讨施用不同量的氮肥对乌塌菜的氮素吸收利用、生长、产量、品质和效益等影响,以期为乌塌菜的优质、生态发展提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的北京绿东方农业技术研究所培育的中八叶乌塌菜种子为市售,育苗盘育苗,三叶期移栽至海南热带海洋学院校内园艺实践教学基地的防虫网大棚内,试验田的前茬作物为黄秋葵,土壤肥力中等。结合灌水追施尿素(含氮量为46%)。

1.2 试验方法

试验设有6个氮水平:0、7.5、15.0、22.5、30.0、37.5 $g\cdot m^{-2}$,处理代号分别为 N_0 (对照)、

第一作者简介:周娜娜(1978-),女,山东潍坊人,硕士,副教授,研究方向为栽培生理与高产理论。E-mail: 707634938@qq.com.

基金项目:海南省自然科学基金资助项目(20153109);三亚市农业科技创新资助项目(2014NK27)。

收稿日期:2017-04-11

N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 、 N_5 ,各处理种植面积 4 m^2 ,平均种植 $66\text{ 株}\cdot\text{m}^{-2}$,四周设保护行,3次重复。试验田整地时施入充足的生物有机肥,乌塌菜移栽缓苗后,依据试验方案的施氮量,结合灌水追施尿素的30%,幼苗转青后追施剩余的70%。移栽后45 d采样测定各指标。

1.3 项目测定

纤维素含量采用蒽酮比色法测定(标准曲线方程为 $y=0.0051x+0.0748$, $R^2=0.9987$),维生素C(VC)含量采用2,6-二氯酚靛酚钠滴定法测定,叶绿素含量采用分光光度法测定,纤维素含量采用蒽酮比色法测定(标准曲线方程为 $y=0.0051x+0.0748$, $R^2=0.9987$),硝酸盐含量采用对氨基苯磺酸法测定(标准曲线方程为 $y=0.0963x+0.0255$, $R^2=0.9987$),全氮含量采用消煮法测定(标准曲线方程为 $y=0.0905x+0.0078$, $R^2=0.9904$)^[3]。

净菜率(%)=可食用部分质量/小区总产量 \times 100,效益=产值-投入,产值=产量 \times 净菜率 \times 市场销售价格,吸氮量=植株总干物质质量 \times 全氮含量,氮肥吸收利用率(%)=(施氮区吸氮量-空白区吸氮量)/施氮量 \times 100,氮肥农学利用率($\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}$)=(施氮区产量-氮空白区产量)/施氮量,氮肥偏生产力($\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}$)=产量/施氮量^[4]。

1.4 数据分析

采用 Microsoft Excel 2007 软件和 SPSS 17.0 软件进行作图和方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同氮肥施用量对乌塌菜生长情况的影响

施用不同量的氮肥,乌塌菜的生长情况差别很大。由表1可以看出,乌塌菜的株高、根质量和地上部鲜质量3个指标均随着氮肥施用量的增加呈现出明显的先升高后下降趋势,但出现的最大值对应的氮水平不同,株高在 N_4 处理达到最大值为 24.83 cm ,单株根质量和地上部鲜质量2个指标均在 N_3 处理达到最大值,分别为 9.24 g 和 107.91 g 。乌塌菜的叶片数随着氮肥施用量的增加,并没有出现明显的规律性变化, N_1 处理的叶片数最多达32片, N_3 处理的叶片数次之, N_4 处理叶片最少仅有25片,处理间叶片数差别大。乌塌菜的根冠比随着施氮量的增加,呈现出明显的下降趋势,不施氮肥的 N_0 处理根冠比最大为0.13,氮肥施用量最多的 N_5 处理根冠比最小只有0.06。适量的氮肥能够增加乌塌菜的生物量,施用氮肥对叶片的数量没有影响,但是降低了乌塌菜的根冠比。

表1

氮肥对乌塌菜生长指标的影响

Table 1

Effect of N fertilizer on savoy growth

处理 Treatment	株高 Plant height /cm	叶片数 Leaf number /(片 \cdot 枝 $^{-1}$)	根质量 Root weight /(g \cdot 枝 $^{-1}$)	地上部鲜质量 Aboveground fresh weight /(g \cdot 枝 $^{-1}$)	根冠比 Root-shoot ratio
N_0	$14.90\pm1.78\text{Aa}$	$26.80\pm5.20\text{ABa}$	$4.26\pm0.81\text{Aa}$	$33.18\pm0.44\text{Aa}$	$0.13\pm0.00\text{Aa}$
N_1	$19.80\pm2.34\text{Bb}$	$31.67\pm11.47\text{Bb}$	$7.85\pm0.67\text{BCb}$	$75.39\pm16.38\text{Bb}$	$0.10\pm0.00\text{ABab}$
N_2	$20.73\pm4.65\text{Bb}$	$25.00\pm0.67\text{Aa}$	$8.48\pm1.02\text{BCbc}$	$94.49\pm16.81\text{Dd}$	$0.09\pm0.06\text{Bb}$
N_3	$21.93\pm5.28\text{BCb}$	$29.33\pm4.33\text{ABab}$	$9.24\pm0.43\text{Cc}$	$107.91\pm9.11\text{Ee}$	$0.09\pm0.05\text{BCbc}$
N_4	$24.83\pm1.66\text{Cc}$	$24.67\pm6.33\text{Aa}$	$7.61\pm0.34\text{Bb}$	$90.23\pm20.33\text{CDed}$	$0.08\pm0.02\text{BCbc}$
N_5	$21.80\pm2.62\text{BCb}$	$27.60\pm18.80\text{ABab}$	$4.81\pm0.20\text{Aa}$	$86.44\pm4.37\text{Cc}$	$0.06\pm0.05\text{Cc}$

注:同列相同指标间不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),下同。

Note: Values in the same column followed by different lowercase letters indicate significant difference at $P<0.05$ among treatments, different capital letters indicate significant difference at $P<0.01$ among treatments, the same below.

2.2 不同氮肥施用量对乌塌菜产量性状的影响

氮肥的施用量对乌塌菜的产量性状影响显著,随着氮肥施用量的增加乌塌菜的单株产量和

总产量均呈现出明显的先升高后降低趋势,最高值出现在 N_3 处理,分别为 117.15 g 和 $4.67\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$,最低值出现在不施氮肥的对照,

分别为 37.44 g 和 2.48 kg · m⁻², 不同氮水平间乌塌菜的单株产量和单位面积产量均存在极显著差异。与对照相比, 追施氮肥乌塌菜的增产效果比较明显, 其中 N₃ 处理的产量比对照增产最多达 88.31%, N₂ 处理增产次之。表明追施适量的氮肥能显著提高乌塌菜的产量, 氮肥施用过量, 产量反而下降。

表 2 氮肥对乌塌菜产量的影响

Table 2 Effect of N fertilizer on savoy yield

处理 Treatment	单株产量 Yield per plant /g	产量 Yield /(kg · m ⁻²)	比 CK± Ratio of CK± /%
N ₀	37.44±1.30Aa	2.48±0.01Aa	—
N ₁	83.24±17.71Bb	3.34±0.03Bb	34.68
N ₂	102.96±14.86De	4.15±0.03Ee	67.34
N ₃	117.15±7.88Ef	4.67±0.02Ff	88.31
N ₄	97.84±16.52Dd	3.85±0.14Dd	55.24
N ₅	91.17±3.84Cc	3.58±0.10Cc	44.35

2.3 不同氮肥施用量对乌塌菜品质的影响

2.3.1 净菜率

将收获后的乌塌菜进行清理, 可以食用部分的质量与总产量的比值为乌塌菜的净菜率, 是反映蔬菜外观商品质量的重要指标之一。随着氮肥施入量的增加, 乌塌菜净菜率逐渐增加。如图 1 所示, N₅ 处理的净菜率最高达 94.66%, 对照处理的净菜率最低为 88.66%。N₁、N₂ 处理与对照差异不显著, N₃、N₄ 处理间净菜率差异不显著但与对照差异显著。净菜率与蔬菜的根冠比相关性比较大, 增施氮肥促进乌塌菜地上部分生长明显, 可食用部分所占比重明显提高。

2.3.2 维生素 C(VC)含量

乌塌菜的 VC 含量随着氮肥施用量的增加呈现明显的下降趋势(图 1), VC 含量与氮肥施用量呈线性负相关, 相关方程 $y = -8.4248x + 76.798$, 相关系数 $R^2 = 0.9533$ 。对照的乌塌菜 VC 含量最高为 70.7 mg · (100g)⁻¹, 氮肥用量最多的 N₅ 处理 VC 含量最低, 仅有 28.8 mg · (100g)⁻¹, N₄ 与 N₅ 处理间 VC 含量差异不显著, 与其它处理间差异极显著。表明增施氮肥降低了乌塌菜 VC 含量。

2.3.3 叶绿素含量

叶绿素含量的多少直接影响着乌塌菜的光合

作用, 间接影响了乌塌菜的产量(图 1)。氮肥的施用量与叶绿素的含量之间存在二阶线性关系, 相关方程为 $y = -0.034x^2 + 0.318x + 0.4327$, 相关系数为 $R^2 = 0.931$ 。随着氮肥施用量的增加, 叶绿素的含量呈现先增加后下降趋势, 最高值出现在 N₃ 处理为 1.23 mg · L⁻¹, 最低值出现在未施氮肥的对照 N₀ 处理, 仅有 0.71 mg · L⁻¹。N₂、N₄、N₅ 处理间叶绿素含量差异不显著, N₃ 处理与其它各处理差异显著。适当的增施氮肥是有利于乌塌菜叶绿素的生成, 过量施用氮肥叶绿素含量下降。

2.3.4 硝酸盐含量

硝酸盐含量是衡量蔬菜品质的一个重要指标, 硝酸盐含量的高低影响着人们的身体健康情况。随着氮肥施入量增加, 乌塌菜内的硝酸盐含量呈直线上升趋势, 硝酸盐含量与施氮量呈明显的线性正相关关系, 相关方程为 $y = 154.26x + 187.95$, 相关系数为 $R^2 = 0.9177$ 。根据世界卫生组织、联合国粮农组织对人体硝酸盐 ADI 值(日允许摄入量)和国家无公害安全质量标准的规定^[5], 得到无公害蔬菜硝酸盐含量的分级评价标准^[6-7], 施入氮肥最多的 N₅ 处理, 硝酸盐含量最高达 1 211.4 mg · kg⁻¹, 与 N₄ 处理间差异极显著, 均属于硝酸盐重度污染; 不施用氮肥的 N₀ 处理, 乌塌菜的硝酸盐含量只有 315.4 mg · kg⁻¹, 无硝酸盐污染; N₁、N₂、N₃ 3 个处理的乌塌菜硝酸盐含量大于 324 mg · kg⁻¹, 小于 785 mg · kg⁻¹ 为中度污染, 可以食用。各处理间硝酸盐含量差异极显著, 增施氮肥有利于乌塌菜硝酸盐的累积, 氮肥过量造成蔬菜硝酸盐污染。

2.3.5 纤维素含量

纤维素含量的高低影响着乌塌菜的口感。如图 1 所示, 施氮量与纤维素含量呈线性负相关, 相关方程为 $y = -0.2351x + 3.0113$, 相关系数为 $R^2 = 0.9282$ 。不施氮肥的对照 N₀ 处理纤维素含量为 2.82 mg · (100g)⁻¹, 施用氮肥最多的 N₅ 处理纤维素含量为 1.46 mg · (100g)⁻¹, 与其它处理间差异极显著。N₁、N₂ 2 个处理间的乌塌菜的纤维素含量差异不显著, N₃、N₄ 2 个处理间差异也不显著。随着氮肥施用量的增加, 乌塌菜纤维素含量逐渐下降。

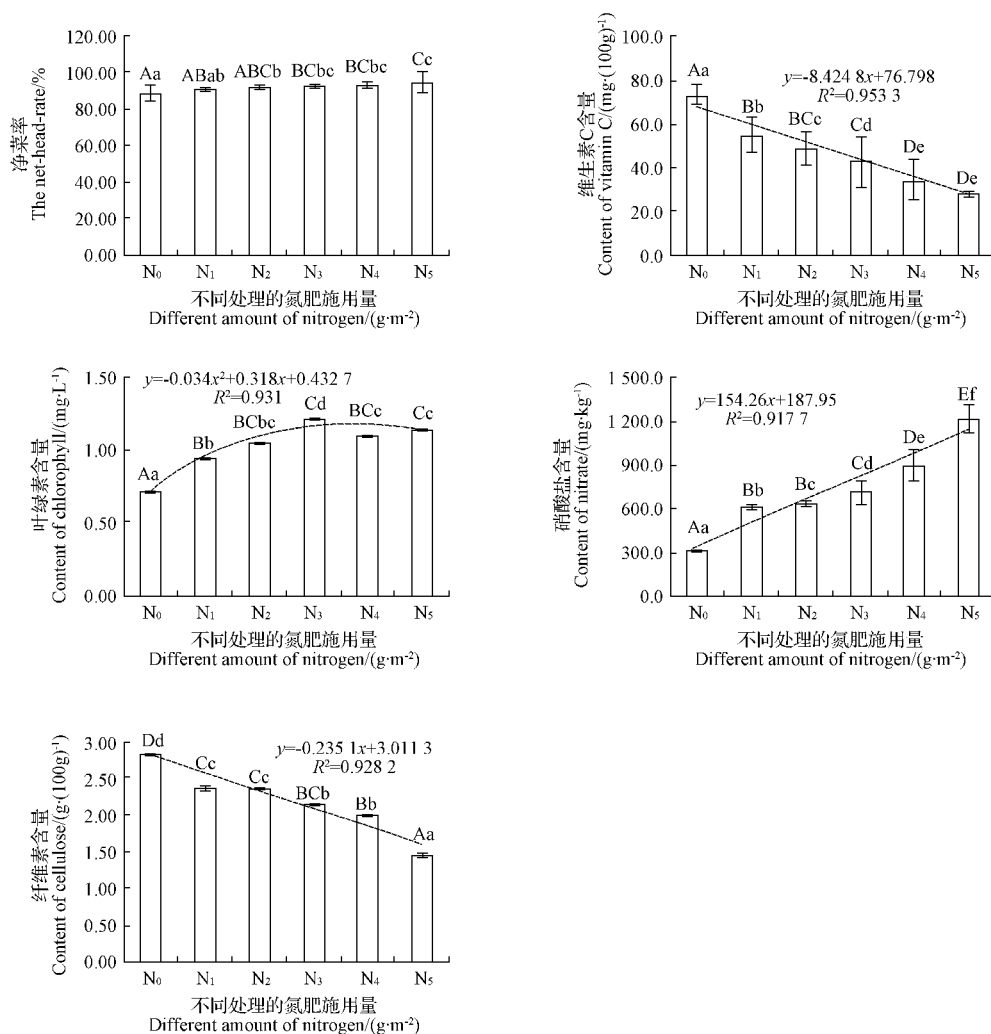


图1 氮肥对乌塌菜品质的影响

Fig. 1 Effect of nitrogen fertilizer on quality of savoy

2.4 乌塌菜对氮肥的吸收利用情况

氮肥的吸收利用率低,氮损失就大,乌塌菜对氮肥的吸收利用情况见表3。乌塌菜的总吸氮量随着氮肥施用量的增加先升高后降低, N_3 处理的乌塌菜总吸氮量最大为 $7.28 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, N_2 处理的

总吸氮量次之为 $5.61 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$,对照的最小。采用差值法计算的氮肥吸收利用率也随着氮肥施用量的增加先升高后下降, N_2 处理的吸收利用率最大为22.80%, N_3 处理的吸收利用率次之为22.59%, N_5 处理的吸收利用率最小仅有5.21%;

表3

氮素对乌塌菜氮肥利用率的影响

Table 3

Effect of N fertilizer amount on N fertilizer use efficiency of savoy

处理 Treatment	总吸氮量 Total N uptake /($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)	吸收利用率 NUE /%	农学利用率 ANUE /($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	偏生产力 PFP /($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
N_0	2.19	—	—	—
N_1	3.63	19.16	114.67	445.33
N_2	5.61	22.80	111.33	276.67
N_3	7.28	22.59	97.33	207.56
N_4	5.20	10.01	45.67	128.33
N_5	4.15	5.21	29.33	95.47

乌塌菜对氮素的农学利用率和偏生产力都随着氮肥施用量的增加呈下降趋势, N_1 处理为最大值。说明合理施用氮肥, 提高蔬菜对肥料的吸收利用率, 降低氮损失。

2.5 乌塌菜的经济效益估算

2016 年三亚的生物有机肥价格折算为 $1.5 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-2}$, 尿素的单价为 $3.0 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$; 乌塌菜市场销售价格 $5.0 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$, 667 m^2 土地租赁半年 1 250 元。其中投入只计算了尿素、生物有机肥、土地租赁和种子的费用, 其它费用没有计入在内。从表 4 可以看出, 随着氮肥施用量的增加,

乌塌菜的产量先升高后下降, 产值和效益也呈现先升高后降低的趋势。乌塌菜的产值在 $11.0 \sim 19.3 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-2}$, N_3 处理的产值达到最大为 $19.3 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-2}$; 折算出乌塌菜的效益在 $6.1 \sim 14.3 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-2}$, N_3 处理达到最大为 $14.3 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-2}$ 。方差分析得出, 产量、产值和效益 3 个指标各处理间差异极显著。乌塌菜的种植过程中, 虽然尿素的投入所占比例较小, 但是施用量对产量的影响特别大, 从而影响了产值和效益, 进一步说明了乌塌菜产量的提高对氮肥的依赖性。

表 4 乌塌菜的经济效益估算
Table 4 Economic benefits estimation of savoy

处理 Treatment	投入 Inputs			产量 Yield /($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	产值 Output /($\text{元} \cdot \text{m}^{-2}$)	效益 Efficiency /($\text{元} \cdot \text{m}^{-2}$)
	肥料 Fertilizer	土地 Field	种子 Seed			
N_0	1.5	1.9	1.5	2.48Aa	11.0Aa	6.1Aa
N_1	1.5	1.9	1.5	3.34Bb	14.2Bb	9.3Bb
N_2	1.6	1.9	1.5	4.15Ee	17.2Ccd	12.3Ccd
N_3	1.6	1.9	1.5	4.67Ff	19.3De	14.3De
N_4	1.7	1.9	1.5	3.85Dd	17.7Cd	12.6Cd
N_5	1.7	1.9	1.5	3.58Cc	16.9Cc	11.8Cc

3 讨论与结论

乌塌菜属于绿叶菜类蔬菜, 氮肥对其生长影响很大, 氮素的充足供应是满足乌塌菜正常生长和获得较高产量的保障。乌塌菜的株高、根质量、地上部鲜质量、单株产量、单位面积产量等指标都随着氮肥施用量的增加呈现出先增高后下降的趋势, $30 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 施氮量植株最高, $22.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 生物量最大, 氮肥施用量达到一定值后植株增产幅度下降甚至造成减产^[8]。适量施用氮肥可以显著提高乌塌菜的品质, 乌塌菜的净菜率和硝酸盐含量^[9]都随氮肥施用量的增加而升高。VC 含量和纤维素含量随氮肥施用量的增加直线下降, 变化趋势与菠萝^[10]、大蒜^[11]和菜心^[12]等作物的一致。叶绿素含量影响着植物的光合速率, 相同条件下叶绿素含量越高植物的光合速率越快。增施氮肥, 在一定程度上可以提高叶绿素含量, 氮肥过量, 叶绿素的含量不升反降, 研究结果与白菜^[13]、黄瓜^[14]、番茄^[15]、辣椒^[16]等蔬菜作物的一致。乌塌菜的产量、产值和效益都随着氮肥施用量的增

加而增加, 当氮肥用量为 $N 22.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 时达到最大值, 超过这个施氮量各指标均表现为下降, 氮肥对产量和效益影响的这种变化趋势与前人^[9,17]的研究结果一致。乌塌菜的总吸氮量、氮肥吸收利用率随着氮肥施用量的增加逐渐增加, 达到一个最高之后, 继续增施氮肥反而下降; 氮素的农学利用率和偏生产力都随着氮肥施用量的增加呈下降趋势, 与氮肥在马铃薯^[18]、大白菜^[19]和油菜^[20]等作物的试验结果一致。

乌塌菜属于绿叶菜类, 合理施用氮肥能显著提高产量和品质^[21]。综合产量产值表现, 试验推荐的最佳氮肥施用量为 $N 22.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, 该氮肥推荐施用量是在三亚防虫网大棚内的试验结果, 对当地相同气候和栽培条件下的乌塌菜生产具有一定的参考价值, 不同的地区或作物, 根据实际情况适当调整。

参考文献

[1] 宋波, 徐海, 陈龙正, 等. 我国乌塌菜研究进展[J]. 中国蔬菜, 2013, 33(14): 9-16.
[2] 张乐平, 廖鸿昕, 刘煜, 等. 氮肥减施对蔬菜硝酸盐含量及品

质的影响研究[J]. 湖南农业科学, 2011, 40(7): 48-51.

[3] 萧浪涛, 王三根. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 154-166.

[4] 胡雅杰, 朱大伟, 邢志鹏, 等. 改进施氮运筹对水稻产量和氮素吸收利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21(1): 12-22.

[5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 农产品安全质量无公害蔬菜安全要求, GB 18406.1-2001[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.

[6] 李科, 韩萍. 叶面喷施氮肥对菠菜产量和硝酸盐含量的影响[J]. 北方园艺, 2015(1): 51-53.

[7] 杨玉珍, 赵奇, 王国霞, 等. 香椿芽硝酸盐含量与硝酸还原酶活性的研究[J]. 河南科学, 2013, 31(10): 1620-1623.

[8] 周婕, 刘唯一, 刘继培, 等. 不同氮肥施用量对青花菜氮肥利用率、氮素含量及产量的影响[J]. 中国瓜菜, 2014, 27(5): 38-39, 48.

[9] 杜娟, 杨丽玲, 王春枝. 不同施肥处理对乌塌菜产量和品质的影响[J]. 北方园艺, 2011(8): 33-35.

[10] 刘亚男, 石伟琦, 马海洋, 等. 不同施氮水平对菠菜产量和品质的影响[J]. 广东农业科学, 2013, 46(18): 49-51.

[11] 刘红耀. 氮磷钾配施对大蒜生长发育的影响[J]. 山西农业大学学报, 2016, 36(5): 332-336.

[12] 陈建, 唐拴虎, 张发宝, 等. 氮硫肥配施对菜心产量及品质的

效应研究[J]. 土壤通报, 2003, 34(1): 36-39.

[13] 荣秀连, 王梅农, 宋采博, 等. 不同铵态氮/硝态氮配比对白萝卜叶绿素含量的影响[J]. 江苏农业科学, 2010, 37(1): 298-300.

[14] 李静, 李志军, 张富仓, 等. 水氮供应对温室黄瓜叶绿素含量及光合速率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34(5): 198-204.

[15] 魏斌, 李友明, 翟广生, 等. 氮肥对番茄营养功能特征及果实产量的影响[J]. 北方园艺, 2015(9): 158-163.

[16] 秦立金, 邱艳玲, 王瑞, 等. 不同氮肥处理对辣椒生长与叶绿素含量的影响[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2015, 31(13): 12-13.

[17] 张炜, 杨德桦, 黄小管, 等. 氮肥用量对襄阳地区马铃薯产量、品质和经济效益的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2016(1): 72-76.

[18] 韦剑锋, 宋书会, 韦巧云, 等. 施氮量对冬马铃薯氮素利用和土壤氮含量的影响[J]. 作物杂志, 2015(3): 93-97.

[19] 曹兵, 贺发云, 徐秋明, 等. 露地种植大白菜的氮肥效应与氮素损失研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(6): 1116-1122.

[20] 吴永成, 马宽, 黄晓明, 等. 施氮量对中双11号油菜农艺性状、产量品质及氮肥利用率的影响[J]. 四川农业大学学报, 2014, 32(3): 260-264, 282.

[21] 孙彭寿, 李会合, 戴亨林. 氮钾肥对叶菜产量和品质的效应[J]. 西南农业大学学报, 2004, 26(6): 710-714.

Effect of Nitrogen Fertilizer on Growth, Nitrogen Utilization and Economic Benefit of Savoy

ZHOU Nana, WANG Gang, DU Qianjin, DING Wenci, SHI Yunfeng

(College of Life Sciences and Ecology, Hainan Tropical Ocean University, Sanya, Hainan 572022)

Abstract: Under the condition of different insect nets, single factor randomized block design was applied with trefoil stage savoy as test material. Six nitrogen rates were designed to investigate the effects of N fertilizer on the growth, yield, quality, economic benefit and N utilization of savoy. The results showed that change trends of some indicators first increased and then decreased such as plant height, root weight, aboveground fresh weight, yield of per plant and yield. Leaf number had no obvious regularity changes with the increase of nitrogen fertilizer. The root-shoot ratio and fiber content were both on the decline and the nitrate content was on the increase. With the application of N $22.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, the greatest yield was obtained, as well as root weight, aboveground fresh weight and yield of per plant. The net-head rate and nitrate content of savoy increased and vitamin C content and fiber content decreased with the increase of nitrogen fertilizer. With the increase of N fertilizer total N uptake and N fertilizer use efficiency increased first and then decreased. Total N uptake was the largest with the application of N $22.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. N fertilizer use efficiency was the largest with the application of N $15.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. ANUE and PFP were both on the decline. Nitrogen had a great influence on the quality of savoy. And reasonable application of nitrogen fertilizer could significantly increase the economic benefit and improve N utilization. And the content of cellulose and nitrate were moderate. Under test conditions the best amounts of nitrogen fertilizer was N $22.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$.

Keywords: nitrogen; savoy; growth; economic benefit; N utilization