

不同地力条件下苏薯 8 号的养分吸收与氮肥推荐研究^①

曹炳阁^{1,2}, 张 辉^{2,3}, 张永春^{2,3}, 宁运旺^{2,3}, 王道中⁴, 陈 巍^{1*}

(1 南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095; 2 江苏省农业科学院农业资源与环境研究所, 南京 210014;

3 农业部江苏耕地保育科学观测实验站, 南京 210014; 4 安徽省农业科学院土壤肥料研究所, 合肥 230031)

摘 要: 利用大田试验研究了两种地力条件下不同氮肥用量对甘薯产量、氮磷钾养分吸收规律和氮肥利用率、农学效率以及经济效益的影响。结果表明: 苏薯 8 号的生物量、产量、增产量、养分吸收量和氮肥利用率、农学效率均为高地力高于低地力; 在两个地力条件下, 苏薯 8 号的藤蔓鲜重随施氮水平的升高而增大, 而薯块鲜重和薯蔓比则随施氮水平增加而呈先升后降的趋势; 产量、增产量和氮肥利用率随施氮量的增加先增后降, 而农学效率则随施氮量的增加逐渐降低; 低地力条件下生产 100 kg 薯干氮磷钾的吸收总量为 5.46 kg, 比例为 N P₂O₅ K₂O = 1.00 0.32 1.03, 高地力条件下生产 100 kg 薯干氮磷钾吸收总量为 7.09 kg, 比例为 N P₂O₅ K₂O = 1.00 0.43 1.39; 综合考虑产量、氮肥利用率以及经济效益, 低地力土壤推荐施氮量为 N 95 ~ 110 kg/hm², 高地力土壤推荐施氮量为 N 110 ~ 120 kg/hm²。

关键词: 地力; 产量; 氮肥利用率; 农学效率; 施氮量

中图分类号: S531.01

近年来, 中国甘薯年种植面积已约达 600 万 hm², 约占世界甘薯种植总面积的 60%, 年总产量占世界甘薯总产量的 80% 以上^[1]。由于甘薯具有耐旱耐贫瘠等特性, 因此常被种植在拾边地和岗坡地上, 其生长过程中的肥料施用没有引起足够重视。目前, 已有的关于甘薯最佳氮肥施用量的研究一般只针对某一试验点^[2-3], 而关于不同土壤地力水平下的氮肥施用量的研究较少。不同土壤地力条件下土壤养分供应能力不同, 导致作物养分吸收和利用特征存在差异, 直接影响到肥料的合理施用^[4]。我国氮肥利用率只有 30% ~ 35%, 比发达国家的氮肥利用率低 10% ~ 20%^[5]。影响氮肥利用率的因素有氮肥类型, 土壤性质, 施肥后淋雨或者灌溉淋失, 以及氮磷钾肥配比等, 怎样提高作物的氮肥利用率已经成为当前的研究热点, 同时也是现代农业高效生产以及可持续发展的重大问题之一。因此, 根据不同土壤地力合理施用氮肥是提高甘薯产量及氮肥利用效率, 发展可持续农业的有效途径。

长江中下游地区是甘薯的主产区之一^[6], 且该地区土壤地力分布不均, 氮肥投入普遍偏高, 在甘薯种植过程中, 普遍存在着盲目施肥和随意施肥现象^[2],

不仅影响产量, 而且污染环境, 浪费资源。因此, 研究不同土壤地力水平土壤上甘薯的精确施氮技术, 可以实现因土施肥以及按甘薯的营养需求施肥, 保证甘薯产量, 保护环境, 节约资源。

本试验选取了长江中下游安徽明光甘薯种植区具有代表性的高地力和低地力地块, 以在长江中下游地区广泛种植的苏薯 8 号为供试品种, 设置不同的氮肥施用量处理, 研究不同土壤地力下氮肥施用量对甘薯产量、养分吸收、氮肥利用率、农学效率及经济效益的影响, 以期对长江中下游甘薯种植区不同土壤地力水平下甘薯氮肥合理施用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验于安徽省明光甘薯种植区进行。高地力和低地力田块的选择依据田块前 3 年的甘薯平均产量。最终选择的供试田块耕层(0 ~ 20 cm)土壤基本性质如表 1 所示。供试甘薯品种为苏薯 8 号, 为南京市农业科学研究所用苏薯 4 号为母本、苏薯 1 号为父本, 经杂交选育而成, 其 1997 年 4 月通过江苏省农作物品种审定委员会审定并命名。

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS-11-B-15), 江苏省农业科技自主创新资金项目(cx(11)4062)和 IPNI 国际合作项目(JIANGSU-11)资助。

* 通讯作者(chenwei@njau.edu.cn)

作者简介: 曹炳阁(1986—), 女, 河南社旗人, 硕士研究生, 研究方向为甘薯营养与施肥。E-mail: caobingge86329@126.com

表 1 供试土壤的基本理化性质
Table 1 Basic physical and chemical properties of tested soil

地力水平	土壤类型	pH	有机质(g/kg)	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
低地力	黄棕壤	5.11	10.7	77.6	9.43	55.0
高地力	黄棕壤	4.74	12.9	113.7	2.49	72.9

1.2 试验设计

试验在两种土壤地力水平下各设置 5 个氮肥水平,分别为 N0(施 N 0 kg/hm²,以此类推)、N60、N120、N180、N240,各处理磷、钾肥施用量均一致(均为前 3 年的最佳生产技术试验得出的推荐用量),分别为 90 kg/hm²和 180 kg/hm²。氮肥为尿素(N 含量为 460 g/kg),磷肥为过磷酸钙(P₂O₅ 含量为 120 g/kg),钾肥为硫酸钾(K₂O 含量为 500 g/kg)。每个处理 3 次重复,各田间试验小区按区组随机排列,每个小区面积是 30 m²,种植行距 70 cm,株距 30 cm,于 2009 年 6 月 21 日移栽,10 月 31 日收获。收获前进行取样,对每个小区均取 3 株苏薯 8 号甘薯植株样品,连根挖起,进行清洗、称重,留取 500~1 000 g 小样进行烘干,待测植株养分含量;并对每个小区进行实际测产。

1.3 测定指标及方法

土壤 pH 采用 1:2.5 土水比,电位法测定;有机质采用高温外热重铬酸钾氧化-容量法测定;碱解氮采用碱解扩散法测定;有效磷采用碳酸氢钠法测定;速效钾采用乙酸铵提取法测定。

植物样全氮含量的测定采用硫酸-过氧化氢消煮、碱化后蒸馏定氮的方法;植物样全磷含量的测定采用硫酸-过氧化氢消煮、钒钼黄比色法;植物样全钾含量的测定采用硫酸-过氧化氢消煮、火焰光度计法。

薯蔓比 = 薯块鲜重/藤蔓鲜重

氮肥农学效率(kg/kg) = (施氮处理产量-不施氮处理产量)/施氮量

氮肥利用率(%) = (施氮处理氮吸收量-不施氮处理氮吸收量)/施氮量×100

增产量(kg) = 施氮区产量-不施氮区产量

增产率(%) = (施氮区产量-不施氮区产量)/不施氮区产量

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 进行数据处理;采用 SPSS 16.0 进行统计分析和方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同地力下施氮量对苏薯 8 号生物量的影响

在两种地力条件下,苏薯 8 号的藤蔓鲜重均随施氮水平的提高而增大(表 2),这是因为氮肥能促进甘薯茎叶生长,扩大光合作用面积,从而增加光合能力,直接增加茎叶产量;而薯块鲜重和薯蔓比则随施氮水平增加而呈先升后降的趋势,主要因为在一定的施氮范围内,茎叶能将光合产物转移到薯块,促进结薯,然而当氮肥施用量过大时,甘薯茎叶贪青疯长,库-源关系失调,则结薯受到抑制。相同施氮水平下,两种地力下苏薯 8 号的藤蔓重相差不大,薯块重则是高地力高于低地力条件,可见高地力条件下苏薯 8 号的薯蔓比大于低地力,这可能因为苏薯 8 号能从高地力土壤中吸收更多的养分,有利于苏薯 8 号薯块的形成。

2.2 不同地力下施氮量对苏薯 8 号产量的影响

由图 1 可以看出,苏薯 8 号产量在高、低地力条件下随施氮量的增加表现为先升后降的趋势,施氮在一定的范围内显著提高了甘薯的产量。在低地力地块,N120 处理苏薯 8 号产量与其他处理之间差异均显著($P<0.05$),N120、N60 与 N0 处理相比增产 21.98%和 16.14%(表 3);在高地力地块,苏薯 8 号的产量同样以 N120 处理最高,且与其他处理差异均达显著水平($P<0.05$),施氮处理(N60~N240)分别比不施氮处

表 2 不同施氮水平对苏薯 8 号生物量的影响
Table 2 Effects of different nitrogen levels on biomass of Sushu No.8

处理	低地力			高地力		
	藤蔓重(kg/区)	薯块重(kg/区)	薯蔓比(kg/kg)	藤蔓重(kg/区)	薯块重(kg/区)	薯蔓比(kg/kg)
N0	89.7 c	116.5 b	1.30	73.5 d	138.6 b	1.89
N60	101.5 b	135.3 a	1.33	84.9 c	166.5 a	1.96
N120	107.2 ab	142.1 a	1.33	107.2 b	178.7 a	1.67
N180	112.3 a	115.4 b	1.03	112.7 a	148.3 b	1.32
N240	114.5 a	99.4 c	0.87	118.0 a	140.5 b	1.19

注:同列不同小写字母表示不同氮肥处理间差异在 $P<0.05$ 水平显著,下同。

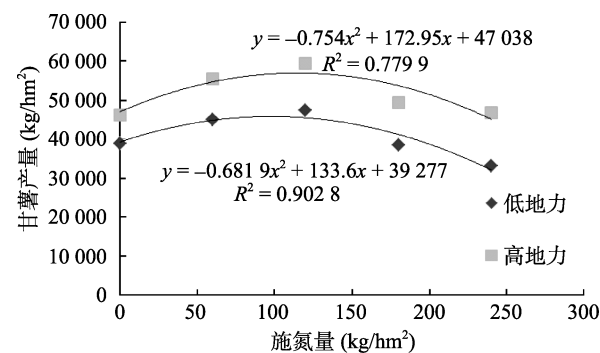


图 1 不同地力条件下苏薯 8 号的产量效应

Fig. 1 Yield effects of Sushu No.8 under different soil fertility conditions

表 3 不同地力条件下苏薯 8 号的增产量与增产率

Table 3 Yield increased of Sushu No.8 under different soil fertility conditions

处理	低地力		高地力	
	增产量 (kg/hm ²)	增产率 (%)	增产量 (kg/hm ²)	增产率 (%)
N60	6 267	16.14	9 300	20.13
N120	8 534	21.98	13 367	28.93
N180	-366	-0.94	3 233	7.00
N240	-5 700	-14.68	633	1.37
平均	2 184	5.62	6 633	14.36

理(N0)增产 20.13%、28.93%、7.00% 和 1.37%。同一施氮处理 ,高地力条件下苏薯 8 号的增产效果高于低地力条件。

本试验结果表明不同地力条件对苏薯 8 号产量的影响很大,在不施氮的情况下,高地力条件下苏薯 8 号的产量比低地力条件高出 7 367 kg/hm²,可能是因为供试土壤基础养分碱解氮含量较高的缘故,说明高地力较低地力有利于甘薯生长,提高产量,这与很多的研究结果一致^[8-9]。另外,从增产率来看,相同氮肥处理高地力对苏薯 8 号的增产效果高于低地力,这主要是受土壤基础地力的影响。

根据产量效应方程得出,在低地力条件下,获得最高产量施氮量为 97.96 kg/hm²,最佳经济产量施氮量为

95.99 kg/hm²;高地力条件下,获得最高产量施氮量为 114.69 kg/hm²,最佳经济产量施氮量为 112.92 kg/hm²。

2.3 不同地力下施氮量对苏薯 8 号氮磷钾养分吸收规律的影响

由表 4 可以看出,在两种地力条件下,甘薯对氮的吸收量均随施氮水平的增加而增加。在低地力条件下,除 N60 处理外,其他氮处理均能显著提高甘薯对氮的吸收,各处理的氮养分吸收量在地上茎叶间存在显著差异,而块根间的差异不显著,可见施氮水平能够显著提高茎叶对氮的吸收,而对块根的氮吸收量影响不大;苏薯 8 号各部位对磷及块根对钾的吸收在一定的施氮范围内随施氮量增加而增加,但茎叶对钾的吸收没有规律,过多的氮肥施入不能提高甘薯对磷钾养分的吸收,甚至影响对磷元素的吸收。

在高地力条件下,施氮量显著影响甘薯茎叶对氮的吸收,处理间均具有显著性的差异,适当增施氮肥显著增加甘薯块根对氮的吸收,氮肥过量块根对氮的吸收不再增加;甘薯茎叶对磷和块根对钾的吸收均在一定施氮范围内随施氮量的增加而增加,茎叶对钾的吸收与施氮量呈正相关,施氮水平对块根磷养分的吸收无显著影响。

由表 5 可以看出,生产 100 kg 薯干所需要的氮、磷、钾养分的含量与施氮水平直接相关,随着施氮水平的升高,甘薯所需要的氮也随之增加,而需磷量则是随施氮量的增加而降低,甘薯对钾的需求与施氮量无明显规律;低地力条件下苏薯 8 号对氮磷钾的需求总量为 5.46 kg,比例为 1.00∶0.32∶1.03,高地力条件下苏薯 8 号对氮磷钾的需求总量为 7.09 kg,比例为 1.00∶0.43∶1.39。

2.4 不同地力下施氮量对苏薯 8 号氮肥农学效率与氮肥利用率的影响

氮肥的农学效率在高地力和低地力条件下均随着施氮量的增加而降低(表 6),这与众多研究结果^[4,10-13]一致。低地力条件下,N180 和 N240 处理因为施氮

表 4 不同施氮水平下苏薯 8 号的氮、磷、钾养分吸收量(kg/hm²)

Table 4 Effects of different nitrogen levels on nutrient accumulations of N, P, K of Sushu No.8

处理	低地力						高地力					
	茎叶			块根			茎叶			块根		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
N0	54.1 d	7.1 ab	51.4 a	42.0 b	11.1 a	51.7 c	33.2 e	7.5 c	28.2 d	46.6 c	12.5 a	84.0 c
N60	57.3 d	5.6 c	39.6 c	42.4 b	10.4 ab	60.4 b	41.7 d	7.8 c	42.6 c	63.3 b	14.6 a	90.0 b
N120	71.3 c	6.5 b	44.6 b	53.4 a	11.0 a	67.8 a	63.1 c	11.6 a	53.3 b	69.9 a	13.9 a	101.0 a
N180	88.9 b	7.2 a	40.0 c	55.8 a	8.8 bc	52.3 c	79.7 b	10.5 b	52.8 b	70.5 a	13.5 a	93.5 b
N240	102.5 a	6.6 b	49.1 a	56.2 a	8.0 c	58.2 b	96.7 a	9.5 b	69.4 a	75.7 a	13.3 a	92.1 b

表 5 不同地力条件下苏薯 8 号生产 100 kg 薯干对氮、磷、钾养分的吸收量(kg)
Table 5 N, P, K uptakes for Sushu No.8 to yield 100 kg tubers under different soil fertility conditions

处理	低地力				高地力			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O
N0	2.14	0.92	2.77	1.00 : 0.43 : 1.29	2.17	1.24	3.68	1.00 : 0.57 : 1.69
N60	1.96	0.72	2.37	1.00 : 0.37 : 1.21	2.47	1.21	3.77	1.00 : 0.49 : 1.52
N120	2.33	0.74	2.53	1.00 : 0.32 : 1.09	2.51	1.09	3.47	1.00 : 0.43 : 1.38
N180	2.61	0.65	1.98	1.00 : 0.25 : 0.76	2.61	0.98	3.13	1.00 : 0.37 : 1.20
N240	2.77	0.58	2.26	1.00 : 0.21 : 0.81	2.92	0.88	3.30	1.00 : 0.30 : 1.13
平均值	2.36	0.72	2.38	1.00 : 0.32 : 1.03	2.54	1.08	3.47	1.00 : 0.43 : 1.39

表 6 不同施氮水平下苏薯 8 号的氮肥农学效率与氮肥利用率
Table 6 Effects of different nitrogen levels on nitrogen agronomic efficiency and nitrogen utilization efficiency of Sushu No.8

处理	农学效率(kg/kg)		氮肥利用率(%)	
	低地力	高地力	低地力	高地力
N60	104.6 a	155.0 a	6.0 c	42.0 a
N120	71.0 b	111.4 b	23.8 b	44.4 a
N180	-2.0 c	18.0 c	27.1 a	39.1 a
N240	-23.7 d	2.6 c	26.1 a	37.6 a

量过高引起甘薯减产而导致其农学效率为负值,而各处理之间的农学效率均有显著性差异。高地力条件下,除 N180 和 N240 处理,各处理的农学效率亦是具有显著性差异。

在两种地力水平条件下,甘薯对氮肥的利用率均在一定的施氮范围内随施氮量的增加而增加,之后开始下降。低地力条件下,氮肥利用率的范围为 6.0%~27.1%,N180 处理最高;高地力条件下,氮肥利用率的范围是 37.60%~44.40%,N120 处理最高水平,且处理间均无明显的差异。

2.5 不同地力下施氮量对苏薯 8 号经济效益的影响

根据当年甘薯平均收购价以及化肥价格,分别计算各施氮处理以及最高产量和最佳经济施氮量条件下的甘薯经济效益,结果如表 7 所示。结果表明,同

表 7 不同地力下施氮水平对苏薯 8 号经济效益的影响
(元/hm²)

Table 7 Effects of different nitrogen levels on economic benefits of Sushu No.8 under different soil fertility conditions

处理	低地力	高地力
N0	60 963	72 750
N60	70 732	87 372
N120	74 101	93 621
N180	59 603	77 149
N240	50 811	72 731
最高产量施肥量	71 722	89 466
最佳经济施肥量	71 725	89 471

注:按 2009 年的价格计算:N:4.3 元/kg,P₂O₅:5.0 元/kg,K₂O:4.0 元/kg,甘薯的价格为 1.6 元/kg。

一地力条件下,甘薯获得最高产量的经济效益与最佳产量的经济效益无显著差异,高地力条件下甘薯的经济效益高于低地力条件下。

3 讨论

张铭等^[8]研究表明,产量与施氮量在高地力条件下呈二次曲线关系,在低地力条件下呈线性关系;而且土壤氮、磷、钾速效养分含量越低,甘薯施肥增产率就越高,低地力增产效果>高地力^[14-16]。但是本研究发现,在高地力和低地力条件下,苏薯 8 号的产量均与施氮水平呈二次曲线关系,且当施氮量增加到 120 kg/hm² 时,达最高水平,之后随施氮量增加而下降,高地力条件下苏薯 8 号的产量和增产率都高于低地力。徐志平等^[14]研究表明土壤基础地力对作物产量贡献率随着地力水平的提高而提高,土壤基础地力对甘薯产量的平均贡献率为 59.13%。土壤碱解氮是可被当季作物吸收利用的氮,是反映土壤供氮强度的指标^[17-19],它也是植株氮素的主要来源,较高地力下,作物吸收更多的土壤氮素^[20]。这也可能与土壤中有有机质有关,土壤有机质含量水平与作物产量有较好的相关性^[21],是衡量地力的主要标志之一,是作物营养的重要来源;因为一方面土壤有机质含有大量植物生长所必需的大量元素和微量元素^[22],另一方面,土壤有机质含量高有助于土壤酶活性的发挥,加速土壤养分的分解、转化、合成^[8,23]。本试验高地力地块的基础地力较高,有机质的含量是低地力土壤的 1.2 倍,使其具有较强的供氮能力,促进甘薯对养分的吸收,从而提高作物产量。此外,根据表 1 可知,高地力田块土壤的速效磷含量低于低地力田块,可能会影响苏薯 8 号的产量,但是亦有很多研究表明磷肥对甘薯的产量影响并不明显^[24-25]。

氮肥农学效率是衡量氮素利用效率的一项重要指标,而且在一定程度上也反映了作物潜在产量,其在一定的范围内与产量存在正相关性,氮肥农学效率越高,产量也越高。本试验结果表明,相同施氮处理之间高地力条件氮肥农学效率高于低地力条件,这与

王月福等^[26]研究结果一致。这可能因为地力影响到土壤养分的供应,直接影响作物对肥料养分的吸收和利用,进而影响到肥料利用率,较高地力能够提供的氮素营养较高^[19],氮肥农学利用率随施氮量增大而降低,较低的施氮量虽能提高氮肥的农学效率,但不足以达到产量目标,而过高施氮量下农学效率低下,将增加引发生态环境负面效应的危险。

养分吸收量是养分含量与干生物量的乘积,尽管作物生长过程中养分含量有所下降,但养分吸收量总体呈增加趋势,收获时也可能有所下降^[27-28]。根据已有研究^[29-31],甘薯植株吸收的氮磷钾比例为 1.00:0.27~0.69:1.51~2.32,本试验得出低地力条件下苏薯 8 号吸收的氮磷钾比例为 1.00:0.32:1.03,高地力条件下苏薯 8 号吸收的氮磷钾的比例为 1.00:0.43:1.39,氮磷比例接近,钾比例偏低,可能是不同土壤地力、甘薯品种的影响,对氮磷钾的需求具有差异。此外,氮肥利用率随施氮量的增加而降低^[32-33],而陆扣萍等^[34]研究表明在适宜的氮肥用量下,随着施氮量的增加,氮肥利用率提高,但超过一定量后,氮肥利用率与施氮量之间存在明显负相关,与本试验得出的结果一致,这可能因为土壤地力的原因,土壤中的养分较低,甘薯充分吸收了施入土壤中的氮肥,从而提高了氮肥的利用率,然而过多的施入的氮肥不能被甘薯吸收,引起了浪费,降低了氮肥的利用率。

不同的土壤地力下苏薯 8 号的最高产量和最佳经济产量施氮量是不同的,高地力土壤高于低地力土壤。然而也有研究^[8]表明最高产量和最佳经济产量施氮量是低地力>高地力。因此综合考虑施氮量对苏薯 8 号的影响,在低地力土壤条件下苏薯 8 号推荐施氮用量为 N 95~110 kg/hm²,而在较高地力土壤条件下苏薯 8 号推荐施氮用量为 N 110~120 kg/hm²。由此,根据土壤地力差异,对甘薯进行精确施肥,不但能达到提高甘薯产量的目的,而且能够提高氮肥利用率,减少浪费和增加经济效益。

参考文献:

- [1] 李强,刘庆昌,翟红,马代夫,王欣,李雪琴,王玉萍. 中国甘薯主要亲本遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 作物学报, 2008, 34(6): 972-977
- [2] Mitsuru osaki, 不同施氮量下甘薯植株碳、氮化合物的累积[J]. 土壤科学与植物营养, 1995, 41(3): 547-555
- [3] 张弘,卓丽,丁义. 甘薯产量与精确施氮关系研究[J]. 安徽农学通报, 2011, 17(14): 78-81
- [4] 郑伟,何萍,高强,沙之敏,金继运. 施肥对不同土壤地力玉米氮肥吸收和利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(2): 301-309
- [5] 巨晓棠,张福锁. 关于氮肥利用率的思考[J]. 生态环境, 2003, 12(2): 92-197
- [6] 谢逸萍,孙厚俊,形继英. 中国各大薯区甘薯病虫害分布及危害程度研究[J]. 江西农业学报, 2009, 21(8): 121-122
- [7] 王道中,张永春. 安徽省甘薯生产及施肥现状调查分析[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(19): 10 024-10 025
- [8] 张铭,蒋达,缪瑞林,许轲,刘艳阳,张军,张洪程. 稻茬田地力水平与施氮量对小麦籽粒产量和物质生产的影响[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(2): 330-336
- [9] 吴国梁,崔秀珍,宋小顺. 不同土壤地力和质地对强筋小麦产量和品质的影响[J]. 河南职业技术学院学报, 2004, 32(4):1-2
- [10] Shukla AK, Ladha JK, Singh VK, Dwivedi BS, Balasubramanian V, Gupta RK, Sharma SK, Singh Y, Pathak H, Pandey PS, Padre AT, Yadav RL. Calibrating the leaf color chart for nitrogen management in different genotypes of rice and wheat in a systems perspective[J]. Agronomy Journal, 2001, 96(6): 1 606-1 621
- [11] Singh B, Singh Y, Ladha JK, Bronson KF, Balasubramanian V, Singh J, Khind CS. Chlorophyll meter and leaf color chartbased nitrogen management for rice and wheat in northwestern India[J]. Agronomy Journal, 2002, 94(1): 821-829
- [12] Alam MM, Ladha JK, Khan S, Khan AH, Buresh RJ. Leaf Color Chart for Managing Nitrogen Fertilizer in Lowland Rice in Bangladesh[J]. Agronomy Journal, 2005, 97(3): 949-959
- [13] Peng SB, Buresh RJ, Huang JL, Yang JC, Zou YB, Zhong XH, Wang GH, Zhang FS. Strategies for overcoming low agronomic nitrogen use efficiency in irrigated rice systems in China[J]. Field Crops Research, 2006, 96: 37-47
- [14] 徐志平,姚宝全,章明清,林琼,陈子聪,李娟,颜明娟,张建丽. 福建主要粮油作物测土配方施肥指标体系研究——I、土壤基础肥力对作物产量的贡献率及其施肥效应[J]. 福建农业学报, 2008, 23(4): 396-402
- [15] 戴树荣. 南安县域甘薯的土壤养分丰缺指标研究[J]. 中国土壤与肥料, 2010(3): 11-16
- [16] 朱明哲,吴国梁,翟素琴,刘新根,王秀玉,王业红. 三种土壤基础地力不同施氮量对优质小麦产量及品质的影响[J]. 河南职业技术学院学报, 2004, 32(6): 15-18
- [17] Liu XJ, Ju XT, Zhang FS, Pan JR, Christie P. Nitrogen dynamic and budgets in a winter wheat-maize cropping system in the north china plain[J]. Field Crops Research, 2003, 83: 111-124
- [18] Ayoub AT. Fertilizer and the environment[J]. Nutr. Cycl. Agroecosyst., 1999, 55: 117-121
- [19] 何萍. 水稻土不同地力水平下水稻当季土壤供氮参数研究[J]. 上海农业科技, 2009: 45-46
- [20] 赵俊晔,于振文. 不同土壤地力条件下施氮量对小麦氮肥利用和土壤硝态氮含量的影响[J]. 生态学报, 2006, 26(3): 815-822
- [21] 韩志卿,张电学. 冀东地区褐土土壤有机质平衡与调控研究[J]. 河北职业技术师范学院学报, 2000, 14(1): 5-8

- [22] Brady NC, Weil RR. The Nature and Properties of Soils[M]. 13th ed. Upper Saddle River, N J: Prentice-Hall, Inc., 2002
- [23] Govi M, Francioso O, Ciavatta C, Sequi P. Influence of long term residue and fertilizer applications on soil humic substances: A study by electrofocusing[J]. Soil Science, 1992, 154(1): 8–13
- [24] 盛锦寿. 氮磷钾肥配合施用对甘薯的增产效果[J]. 土壤肥料, 2005(5): 29–31
- [25] 尹鹏达, 朱文旭, 赵丽娜, 焦玉生, 赵光伟, 孙广玉. 填充型烤烟栽培中氮磷钾肥与产量的施肥模型[J]. 土壤, 2011, 43(6): 924–929
- [26] 王月福, 于振文, 李尚霞, 余松烈. 土壤地力和施氮量对小麦氮素吸收运转及籽粒产量和蛋白质含量的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(11): 1 868–1 872
- [27] 诸贵新, 周芳芝. 冬小麦套作玉米作物氮磷吸收分配规律和施肥运筹[J]. 新疆农业科学, 2000(5): 199–202
- [28] 王贵平, 张胜, 王瑞. 地膜覆盖对春玉米氮磷钾吸收累积和化肥利用率的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2000, 21(5): 157–161
- [29] 江苏省农业科学院, 山东省农业科学院. 中国甘薯栽培学[M]. 上海: 海科学技术出版社, 1984
- [30] 吴旭银, 张淑霞. 甘薯“冀审薯 200001”氮磷钾吸收特性的研究[J]. 河北职业技术师范学院学报, 2001, 15(3): 1–4
- [31] 宁运旺, 张永春, 朱绿丹, 陈丹艳, 蔡枫, 汪吉东, 许仙菊, 胡永红. 甘薯的氮磷钾养分吸收及分配特性[J]. 江苏农业学报, 2011, 27(1): 71–74
- [32] 刘敏超, 温小乐. 氮肥施用量对冬小麦氮肥利用率及土壤剖面 NO_3^- -N 动态分布的影响[J]. 农业现代化研究, 2000, 20(2): 36–39
- [33] 巨晓棠, 刘学军. 冬小麦 / 夏玉米轮作体系中的氮素损失途径分析[J]. 中国农业科学, 2002, 35(12): 1 493–1 499
- [34] 陆扣萍, 谢寅峰, 闵炬, 施卫明. 不同施氮量对太湖地区新增设菜地土壤硝态氮累积的影响[J]. 土壤, 2011, 43(6): 903–909

Study on Nutrient Uptakes and Nitrogen Recommended Application Rates of Sushu No. 8 Under Different Soil Fertilities

CAO Bing-ge^{1,2}, ZHANG Hui^{2,3}, ZHANG Yong-chun^{2,3}, NING Yun-wang^{2,3},
WANG Dao-zhong⁴, CHEN Wei^{1*}

(1 College of Resources and Environmental Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2 Institute of Agricultural Resources and Environment, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 3 Scientific Observing and Experimental Station of Arable Land Conservation (Jiangsu), Ministry of Agriculture, Nanjing 210014, China; 4 Soil and Fertilizer Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: A field experiment was conducted to study the effects of different application rates of nitrogen fertilizer on yield, mineral nutrient uptake, nitrogen use efficiency, agronomic efficiency and economic benefit under two soil fertility conditions. The results showed that all of biomass, yield, increased yield, nutrient uptake, nitrogen use efficiency and agronomic efficiency for Sushu No.8 were greater in the high fertility soil compared with the low one. In the two fertility soils, the fresh weight of stems and leaves increased with the increase of nitrogen application, the fresh weight of root and the vine-tuber ratio increased firstly and then dropped with the increase of nitrogen application. With the increase of nitrogen application, nitrogen use efficiency, yield and increasing unit of Sushu No.8 firstly increased and then dropped, but nitrogen agronomic efficiency gradually reduced. In the condition of low fertility soil, a total of 5.46 kg of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers was needed to produce every 100 kg dry tubers of sweet potato, with a ratio of N : P_2O_5 : K_2O =1.00 : 0.32 : 1.03, however, in the high fertility soil, a total of 7.09 kg of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers was needed with a ratio of N : P_2O_5 : K_2O =1.00 : 0.43 : 1.39. Considering the yield, nitrogen use efficiency and economic benefits, we recommended that N 95–110 kg/hm² and 110–120 kg/hm² should be applied for the low and high fertility soils, respectively.

Key words: Soil fertility, Yield, Nitrogen use efficiency, Agronomic efficiency, Nitrogen application