

施氮对鲜食型甘薯干物质及养分积累与分配特性的影响

高璐阳^{1,2}, 房增国¹

(1. 青岛农业大学 资源与环境学院, 山东 青岛 266109; 2. 金正大生态工程集团股份有限公司, 山东 临沂 276700)

摘要:为了明确鲜食型甘薯干物质及养分积累分配规律与施氮之间的关系,以鲜食型甘薯(YS25 和 LS9)为试材,通过盆栽试验研究了不同施氮量对鲜食型甘薯干物质及氮、磷、钾养分积累与分配特性的影响。结果表明,在同一生育期内随着施氮水平的提高,两鲜食型甘薯品种藤蔓干物质及 N 、 P_2O_5 、 K_2O 的积累量均随之增加,而薯块干物质及 N 、 P_2O_5 、 K_2O 的积累量却表现出先增加后降低的趋势,且过量施氮会降低其在薯块的分配率。随施氮量的增加,两鲜食型品种甘薯形成 100 kg 薯干需吸收的养分量也逐渐增加,且 $K_2O > N > P_2O_5$ 。总体来说,LS9 的 N 、 P_2O_5 、 K_2O 生产效率及干物质生产效率较高,YS25 的养分生产效率及干物质生产效率较低,说明 LS9 为养分生理利用高效率品种,YS25 为养分生理利用低效率品种。两鲜食型甘薯品种的养分生产效率和干物质生产效率对施氮的反应基本一致,即施氮显著降低其养分生产效率和干物质生产效率。

关键词:氮;鲜食型甘薯;干物质;养分;积累与分配

中图分类号:S143.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7091(2015)04-0206-07

doi:10.7668/hbxb.2015.04.035

Effects of Nitrogen Application on Characteristics of Dry Matter and Nutrient Accumulation and Distribution of Fresh-eating Sweet Potato

GAO Lu-yang^{1,2}, FANG Zeng-guo¹

(1. College of Resources and Environment, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China;

2. Kingenta Ecological Engineering Group Co., Ltd., Linyi 276700, China)

Abstract: To clarify of the relationship of nitrogen application with dry matter and nutrient accumulation and distribution of fresh-eating sweet potato, the effects of different nitrogen levels on characteristics of dry matter and N , P_2O_5 and K_2O accumulation and distribution of fresh-eating sweet potato have been studied in the pot experiment. The cultivars of fresh-eating sweet potato (LS9 and YS25) were selected as experimental material. The results showed that the accumulation of dry matter and N , P_2O_5 , K_2O of YS25 and LS9 shoot were increased with the increase of nitrogen fertilizer application in the same developing stage, while those of YS25 and LS9 root-tuber were increased at first, and then decreased, and their distribution rates of root-tuber were decreased with nitrogen supply. The amounts of nutrients which needed for the formation of 100 kg dried sweet potato of LS9 and YS25 were increased gradually with the increase of amount of N applied, and that was $K_2O > N > P_2O_5$. In generally, the varieties of LS9 had higher production efficiency of N , P_2O_5 , K_2O and dry matter, while YS25 had lower production efficiency of nutrients and dry matter. It showed that LS9 and YS25 had higher and lower physiological use efficiency of the nutrients separately. Responses of production efficiency of nutrients and dry matter of fresh-eating sweet potato (YS25 and LS9) to nitrogen application were almost consistent, namely production efficiency of nutrients and production efficiency of dry matter of N , P_2O_5 and K_2O of sweet potato were decreased by nitrogen application.

Key words: Nitrogen; Fresh-eating sweet potato; Dry matter; Nutrient; Accumulation and distribution

甘薯 (*Ipomoea batatas* Lam.) 属旋花科一年生草 本块根作物,依据用途可分为淀粉型、鲜食型、叶用

收稿日期:2015-05-06

基金项目:国家甘薯产业技术体系营养与栽培生理岗位项目(CARS-11-B-14);山东省薯类产业创新团队栽培与土肥岗位(SDATI-10-011-08)

作者简介:高璐阳(1987-),男,山东菏泽人,硕士,主要从事养分资源高效利用研究。

通讯作者:房增国(1971-),男,山东兰陵人,副教授,博士,主要从事养分资源高效利用研究。

型和色素型等。近年来,随着我国粮食市场供求变化、种植业结构调整以及人们生活水平的提高,甘薯逐渐成为生活中调节口味、丰富菜篮子的保健食品,在人们的膳食结构中发挥着越来越大的作用^[1]。许多学者对鲜食型甘薯养分管理进行了许多有益的探索,但研究大多集中在钾素方面^[2-5],氮素方面较少^[6-7],尤其是施氮对鲜食型甘薯干物质及养分积累、分配特性的影响更是鲜见报道。为了明确鲜食型甘薯干物质及氮、磷、钾养分积累分配规律,本研究选取生产上主栽的 2 个鲜食型甘薯品种 YS25(长蔓)和 LS9(短蔓)为试材,系统研究了不同施氮水平对鲜食型甘薯干物质及氮、磷、钾养分积累与分配动态变化规律,以期为鲜食型甘薯的科学栽培及施肥管理提供理论支持。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验于 2012 年 6-10 月在青岛市城阳区百埠庄试验基地进行。供试甘薯品种为鲜食型 YS25 和 LS9,试验统一育苗,选取大小基本一致的秧苗于 2012 年 6 月 19 日栽插,期间进行常规管理,10 月 22 日收获。

试验选用黑色营养钵,氮肥用量设置 4 个水平: N0(不施氮肥)、N1(N 0.1 g/kg 基质)、N2(N 0.2 g/kg 基质)、N3(N 0.4 g/kg 基质),氮肥为尿素;磷

肥为过磷酸钙(P₂O₅ 0.075 g/kg 基质);钾肥为硫酸钾(K₂O 0.15 g/kg 基质);基质配比为土:河沙:蛭石:草炭=5:3:1:1;基质养分含量为:碱解氮 41.71 mg/kg,速效磷 25.46 mg/kg,速效钾 91.53 mg/kg;将肥料粉碎后与基质充分混匀按每盆 20 kg 装入营养钵中,装完基质后浇水至田间持水量的 60%,每盆栽插薯苗 1 株,作为 1 次重复,每个处理设 12 次重复,每盆间隔 50 cm,四周设保护行。

1.2 采样及测定

于薯苗定植后 50,75,100,125 d 取样,每次取 3 次重复。样品按藤蔓和薯块(纤维根忽略不计)分别测定干质量及氮、磷、钾含量。样品于 105 ℃杀青 30 min,然后 65 ℃烘干称重。植物氮、磷、钾的测定采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮;全氮采用凯氏定氮法测定,全磷采用钒钼黄比色法测定,全钾采用火焰光度计法测定^[8]。

1.3 统计分析

试验数据采用 Excel 2003 和 SAS 软件进行数据处理和统计分析,各指标的计算方法如下:

$N(P_2O_5、K_2O)$ 生产效率(g/g) = 薯干产量/植株 N(P₂O₅、K₂O) 累积总量^[9];

$N(P_2O_5、K_2O)$ 干物质生产效率(g/g) = 单位面积植株干物质累积总量/单位面积植株 N(P₂O₅、K₂O) 累积总量^[9]。

表 1 不同施氮水平下 YS25 和 LS9 干物质积累与分配特性

Tab.1 Characteristics of dry matter accumulation and distribution of YS25 and LS9 under different nitrogen levels		YS25			LS9		
栽后天数/d Days after planting	处理 Treatment	藤蔓 /(g/株) Shoot	薯块 /(g/株) Root-tuber	薯块干物质 分配率/% DM distribution rate of root-tuber	藤蔓 /(g/株) Shoot	薯块 /(g/株) Root-tuber	薯块干物质 分配率/% DM distribution rate of root-tuber
50	N0	46.56c	3.54c	7.06a	23.20c	11.50c	33.15b
	N1	48.00c	4.66b	8.85a	26.73c	16.94a	38.79a
	N2	59.62b	5.61a	8.59a	41.31b	13.43b	24.54c
	N3	89.76a	2.48d	2.68b	56.23a	8.43d	13.04d
75	N0	62.64c	15.18b	19.51b	48.16d	37.80c	43.97b
	N1	124.60b	31.02a	19.93b	55.33c	56.43b	50.49a
	N2	126.81b	34.25a	21.27a	77.31b	76.94a	49.88a
	N3	137.34a	10.12c	6.86c	86.60a	75.96a	46.73b
100	N0	103.00c	82.00c	44.32b	82.08d	62.64d	43.28c
	N1	132.21b	124.96a	48.59a	92.10c	119.52a	56.48a
	N2	169.56a	106.26b	38.53c	118.91b	108.57b	47.69b
	N3	171.45a	64.79d	27.43d	128.92a	94.40c	42.27c
125	N0	122.98c	243.89b	66.48a	108.05c	235.13b	68.51a
	N1	161.80b	307.00a	65.49a	110.14c	275.16a	71.42a
	N2	196.27a	187.13c	48.81b	163.17b	226.52b	58.13b
	N3	210.26a	155.28c	42.48b	202.12a	181.87c	47.36c

注:DM. 干物质。同一列内同一时期数据后不同小写字母表示氮水平间差异达 5% 显著水平。表 2~4 同。
Note:DM. Dry matter. In same period of column, values followed by a different letters indicate significant difference among levels at the 5% level. The same as Tab. 2-4.

2 结果与分析

2.1 施氮对鲜食型甘薯干物质积累与分配特性的影响

由表 1 可知,在本试验条件下,2 个甘薯品种藤蔓干物质积累量均随生育期的延长及施氮水平的提高而增加,至成熟期达到最大,整个生育期内 YS25 各施氮处理藤蔓干物质积累量均高于 LS9。薯块干物质积累量随施氮量的增加先增后减,施氮对甘薯干物质的影响在品种间表现基本一致。在生育前期(0~75 d),LS9 各施氮处理的薯块干物质积累量均明显高于 YS25,即 LS9 薯块干物质积累速率高于 YS25,而在生育中后期(76~125 d),则是 YS25 的薯块干物质积累速率高于 LS9,且在 N0 和 N1 处理下 YS25 薯块干物质积累量高于 LS9,在 N2 和 N3 时,薯块干物质积累量显著低于 N1 处理,且 YS25 的积累量略低于 LS9。

在生育前期,YS25 薯块干物质分配率明显小于 LS9,随甘薯生育期的推进,2 个品种间差距逐渐缩小,至收获期时二者的薯块干物质分配率大体相当;全生育期内施氮对薯块干物质分配率的影响与薯块干物质积累的趋势基本一致,收获期 YS25 在 N1、N2 和 N3 处理相对于 N0 处理薯块干物质分配率分别增加了 -1.49, -26.58, -36.10 个百分点,而 LS9 分别增加了 4.25, -15.15, -30.87 个百分点。随施氮量的增加,YS25 薯块干物质分配率表现为:

$N0 \approx N1 > N2 > N3$;而 LS9 薯块干物质分配率则表现为: $N1 > N0 > N2 > N3$ 。

2.2 施氮对鲜食型甘薯氮素积累与分配特性的影响

从表 2 可看出,2 个甘薯品种的藤蔓氮素积累量均随生育期的延长及施氮量的增加而增加,全生育期均表现为 YS25 高于 LS9。具体表现为,栽后 50 d YS25 藤蔓的氮积累量在各施氮水平间均有显著差异,栽后 75 d 至收获期间,N2 与 N3 处理间差异不显著;而 LS9 藤蔓的氮积累量表现为 N0 与 N1 无差异,与其他氮水平间差异显著。

在相同生育时期,随着施氮量的变化,两品种甘薯薯块氮积累量表现出相似的积累规律,即随着施氮量的升高均呈单峰变化趋势,最大值出现在 N2 或 N1 处理处。栽后 0~75 d,LS9 的薯块氮积累量显著高于 YS25,从栽后 100~125 d,两品种薯块的氮积累量基本无显著差异。收获时,YS25 在 N1 水平的薯块氮积累量显著高于其他氮水平,而 LS9 则表现为施氮显著提高薯块氮素积累量,与施氮多少无明显相关性。就薯块氮素分配率而言,LS9 全生育期薯块氮素分配率均高于 YS25,但就整株氮素积累量来说,全生育期中 YS25 的整株氮素积累量均大于 LS9。尽管收获前各时期两品种薯块氮分配率达到峰值时的氮水平不完全一致,但收获时二者的薯块氮分配率均表现为 N0 和 N1 无显著差异,并且显著高于 N2 处理,N3 最低与其他 3 个施氮水平有显著性差异。

表 2 不同施氮水平下 YS25 和 LS9 氮素积累及分配特性

Tab.2 Characteristics of N accumulation and distribution of YS25 and LS9 under different nitrogen levels							
栽后天数/d Days after planting	处理 Treatment	YS25			LS9		
		藤蔓	薯块	薯块氮分配率/%	藤蔓	薯块	薯块氮分配率/%
		/(mg/株) Shoot	/(mg/株) Root-tuber	N distribution rate of root-tuber	/(mg/株) Shoot	/(mg/株) Root-tuber	N distribution rate of root-tuber
50	N0	963.7d	44.4d	3.4c	639.6c	119.1b	15.7b
	N1	1 372.9c	66.3b	4.6b	772.7c	201.5a	20.7a
	N2	1 732.1b	107.0a	5.8a	1 257.3b	172.7a	12.1b
	N3	2 718.3a	51.9c	1.9d	1 745.9a	128.1b	6.8c
75	N0	1 294.6c	150.3c	10.4b	1 103.7c	372.3d	25.2c
	N1	2 212.2b	328.4b	10.8b	1 367.5c	609.4c	30.8b
	N2	3 039.2a	528.9a	14.8a	1 954.4b	862.3a	35.1a
	N3	3 436.6a	164.4c	4.6c	2 517.7a	770.2b	29.5b
100	N0	2 140.1c	545.9d	20.3b	1 280.0c	400.9b	23.9c
	N1	3 191.8b	1 318.3a	31.3a	1 615.3c	1 001.8a	38.3a
	N2	3 932.9a	1 177.4b	23.0b	2 168.3b	1 056.3a	32.7b
	N3	4 076.2a	757.4c	15.7c	2 523.4a	1 052.5a	23.4c
125	N0	2 378.8c	1 470.9c	38.2a	1 649.6c	1 405.2b	46.0a
	N1	3 522.4b	2 315.9a	39.7a	2 005.8c	1 931.0a	49.1a
	N2	4 253.1a	1 825.3b	30.0b	3 052.1b	2 007.4a	39.7b
	N3	4 710.8a	1 587.4bc	25.2c	3 908.6a	1 853.5a	32.2c

2.3 施氮对鲜食型甘薯磷素积累与分配特性的影响

从表 3 可看出,各生育时期磷素的积累和分配趋势与氮素基本相似,但不同施氮水平下,成熟期薯块磷素分配率明显高于氮素和钾素。在成熟期 YS25 各施氮处理比不施氮处理藤蔓多吸收 P_2O_5 38.6%~112.4%,薯块多吸收 P_2O_5 24.0%~62.8%;LS9 各施氮处理比不施氮处理藤蔓多吸收 P_2O_5 45.7%~368.7%,薯块多吸收 P_2O_5 20.6%~64.1%。施氮显著促进了成熟期甘薯藤蔓的磷素吸收,且施氮对藤蔓磷素吸收影响的程度表现为 LS9 > YS25。收获期不同施氮水平下,两甘薯品种的藤蔓和薯块

中磷素积累量均表现为 N1、N2、N3 处理分别与 N0 处理差异达显著水平,表明施氮处理有利于藤蔓和薯块对磷素的积累和吸收。全生育期内,LS9 薯块磷素分配率总体高于 YS25,尤其是栽后 50,75 d,差异较明显。收获期 2 个甘薯品种藤蔓磷素积累速率均较小,LS9 在 N0、N1 两氮水平处理甚至出现负吸收,吸收量分别为 -215, -166.8 mg/株。YS25 薯块磷素积累速率随生育期推进不断增大,从生育后期开始磷素积累速率增大较明显,直至收获;而 LS9 薯块磷素积累速率 0~50,50~75,75~100 d 均较小,在 100~125 d 磷素积累速率增长较快。

表 3 不同施氮水平下 YS25 和 LS9 磷素积累及分配特性

Tab.3 Characteristics of P_2O_5 accumulation and distribution of YS25 and LS9 under different nitrogen levels							
栽后天数/d Days after planting	处理 Treatment	YS25			LS9		
		藤蔓	薯块	薯块磷分配率/%	藤蔓	薯块	薯块磷分配率/%
		/(mg/株) Shoot	/(mg/株) Root-tuber	P_2O_5 distribution rate of root-tuber	/(mg/株) Shoot	/(mg/株) Root-tuber	P_2O_5 distribution rate of root-tuber
50	N0	430.6d	30.4c	6.6a	265.4c	106.8c	28.7b
	N1	593.2c	50.3b	7.8a	313.4c	185.4a	37.2a
	N2	766.7b	62.5a	7.5a	573.5b	144.1b	20.1c
	N3	1 219.6a	36.1c	2.9b	796.3a	105.4c	11.7d
75	N0	554.9c	135.1c	19.6a	361.7c	264.2c	42.2b
	N1	1 329.2b	288.1b	17.8a	409.8c	450.8b	52.4a
	N2	1 358.5b	350.9a	20.5a	721.5b	694.4a	49.0a
	N3	1 976.3a	110.0c	5.3b	1 028.3a	672.8a	39.6b
100	N0	870.0c	613.3b	41.4a	734.7c	408.0b	35.7b
	N1	1 429.9b	1 045.9a	42.3a	924.0bc	741.6a	44.5a
	N2	1 701.0ab	967.8a	34.5b	1 139.4b	752.4a	39.8a
	N3	2 103.5a	646.6b	23.5c	1 889.9a	720.5a	27.6b
125	N0	1 048.5d	1 681.8c	61.6a	519.7d	1 858.5c	78.2a
	N1	1 452.7c	2 737.9a	65.3a	757.2c	3 050.6a	80.1a
	N2	1 841.2b	2 246.4b	56.9b	1 195.9b	2 241.6b	65.2b
	N3	2 226.7a	2 085.1b	48.4b	2 435.9a	2 402.7b	49.7c

2.4 施氮对鲜食型甘薯钾素积累与分配特性的影响

由表 4 可知,在相同生育时期,2 个甘薯品种藤蔓钾素积累量均随着施氮量的升高而升高,而薯块钾素积累量大致呈现单峰变化趋势。相同施氮水平下,随着生育进程的推进,2 个甘薯品种藤蔓钾素积累量呈现单峰变化趋势,峰值出现在移栽后 100 d 左右;而薯块钾素积累量则逐渐增加,到成熟期达到最大值。全生育期内,YS25 藤蔓钾素积累量均高于 LS9;栽后 50,75 d,LS9 薯块钾素积累量高于 YS25,从栽后 100~125 d,YS25 薯块钾素积累量增长迅速,积累速率高于 LS9。收获时,YS25 各施氮处理比不施氮处理藤蔓多吸收 K_2O 38.2%~108.8%,薯块多吸收 K_2O 24.4%~67.7%;LS9 各施氮处理比

不施氮处理藤蔓多吸收 K_2O 23.9%~170.7%,薯块多吸收 K_2O 40.9%~84.0%,施氮较显著地促进了藤蔓吸收钾素,且对 LS9 的影响大于 YS25。栽后 125 d,不同施氮水平下两甘薯品种的藤蔓钾素均出现负吸收现象,YS25 和 LS9 的钾素负吸收率分别为 26.8%~36.1%和 18.8%~37.3%。

由薯块钾素分配率可以看出,整个生育期内 YS25 薯块钾素分配率总体低于 LS9;相同施氮水平下,随着生育进程的推进,YS25 薯块钾素分配率逐渐增大,而 LS9 则在栽后 100 d 时分配率较低;在相同生育时期,随着施氮水平的提高,除了栽后 75 d 的 LS9,YS25 和 LS9 薯块钾素分配率均呈现单峰变化趋势。

表 4 不同施氮水平下 YS25 和 LS9 钾素积累及分配特性

Tab.4 Characteristics of K ₂ O accumulation and distribution of YS25 and LS9 under different nitrogen levels							
栽后天数/d Days after planting	处理 Treatment	YS25			LS9		
		藤蔓	薯块	薯块钾分配率/%	藤蔓	薯块	薯块钾分配率/%
		/(mg/株) Shoot	/(mg/株) Root-tuber	K ₂ O distribution rate of root-tuber	/(mg/株) Shoot	/(mg/株) Root-tuber	K ₂ O distribution rate of root-tuber
50	N0	3 751.3c	38.3d	1.0b	1 564.3c	304.9b	16.3a
	N1	4 033.5c	73.9c	1.8a	2 050.6c	448.8a	18.0a
	N2	4 828.4b	103.4a	2.1a	3 372.4b	436.0a	11.5b
	N3	8 527.4a	91.0b	1.1b	5 005.0a	339.3b	6.4c
75	N0	4 574.2c	415.5c	8.3b	2 199.6d	822.5c	27.2a
	N1	7 716.7b	1 057.8b	12.1a	3 916.8c	1 333.4b	25.4a
	N2	11 309.9a	1 350.6a	10.7ab	5 611.9b	1 968.8a	26.0a
	N3	12 547.1a	473.0c	3.6c	7 285.8a	1 858.4a	20.3a
100	N0	7 408.2c	2 099.1c	22.1b	4 252.4c	909.5b	17.6b
	N1	11 593.9b	4 417.7a	27.6a	6 381.0b	2 580.5a	28.8a
	N2	14 246.9a	3 598.8b	20.2b	9 657.1a	2 680.9a	21.7ab
	N3	15 292.5a	3 315.0b	17.8c	10 767.9a	2 474.1a	18.7b
125	N0	5 360.8d	3 926.7c	42.3ab	3 230.3d	3 209.6c	49.8b
	N1	7 408.5c	6 584.4a	47.1a	4 001.7c	5 906.3a	59.6a
	N2	9 759.3b	6 090.7a	38.4b	6 647.4b	5 718.4a	46.2b
	N3	11 193.1a	4 886.4b	30.4c	8 743.4a	4 523.0b	34.1c

表 5 不同施氮水平下 YS25 和 LS9 形成 100 kg 薯干所需养分量及其比例

Tab.5 The amounts (kg) and ratios of N,P₂O₅, K₂O for forming 100 kg root-tuber yield of YS25 and LS9 under different nitrogen levels

品种 Variety	处理 Treatment	N/kg	P ₂ O ₅ /kg	K ₂ O/kg	养分比例 Nutrition ratio
YS25	N0	1.58c	1.12b	3.81c	1:0.71:2.41
	N1	1.90c	1.37b	4.56c	1:0.72:2.40
	N2	3.25b	2.18a	8.47b	1:0.67:2.61
	N3	4.06a	2.78a	10.36a	1:0.68:2.55
LS9	N0	1.30c	1.01c	2.74d	1:0.78:2.11
	N1	1.43c	1.38b	3.60c	1:0.97:2.52
	N2	2.23b	1.52b	5.46b	1:0.68:2.44
	N3	3.17a	2.66a	7.29a	1:0.84:2.30

注:同一列内同一品种数据后不同小写字母表示氮水平间差异达 5% 显著水平。表 6 同。

Note:In same variety of column, values followed by a different letters indicate significant difference among levels at the 5% level. The same as Tab. 6.

2.5 不同施氮水平下生产 100 kg 薯干所需养分量及其比例

由表 5 可知,随施氮水平的升高,两品种甘薯形成 100 kg 薯干需吸收的养分量逐渐增加,且 K₂O > N > P₂O₅,施氮量对 YS25 所需氮磷钾养分的比例影响不大。在各施氮水平下,YS25 生产 100 kg 薯干平均需吸收 N 2.70 kg、P₂O₅ 1.86 kg、K₂O 6.8 kg,养分比例为 1:0.69:2.52;而 LS9 生产 100 kg 薯干平均需吸收 N 2.03 kg、P₂O₅ 1.64 kg、K₂O 4.77 kg,养

分比例为 1:0.81:2.35。总体来说,YS25 所需要的氮磷钾养分总量多于 LS9;在养分比例上,长蔓品种 YS25 需要更多的钾素,而短蔓品种 LS9 则需要更多的磷素。

2.6 施氮对鲜食型甘薯养分生产效率 and 干物质生产效率的影响

从表 6 可看出,总体来说,LS9 的氮、磷、钾生产效率及干物质生产效率较高,YS25 的氮、磷、钾生产效率及干物质生产效率较低;两品种的养分生产效率和干物质生产效率对施氮的反应基本一致,即施氮显著降低其养分生产效率和干物质生产效率,且 LS9 的薯块养分生产效率较 YS25 对施氮反应更敏感,即不同施氮水平下,LS9 薯块氮、磷、钾生产效率均有显著性差异。

3 讨论与结论

氮、磷、钾养分积累是甘薯干物质积累的基础,干物质的积累量以及在薯块的分配又是甘薯产量形成的基础^[10]。陈云池^[11]早期的研究表明,甘薯生育前期营养物质的吸收与分配主要是用于构建营养器官,待营养器官发展到一定阶段以后才迅速向薯块转移。Marti 等^[12]认为,甘薯干物质积累动态整体上呈“S”型,即移栽初期干物质积累缓慢,之后积累速度加快,至成熟期积累速度又转慢。本研究结果表明,甘薯藤蔓干物质积累速率也呈现出慢-快-慢的规律,而薯块干物质积累主要在 100~125 d,并

表 6 不同施氮水平下甘薯养分生产效率、干物质生产效率比较

Tab. 6 Comparison of production efficiency of nutrients and production efficiency of dry matter of N,P₂O₅ and K₂O of sweet potato under different nitrogen levels

品种 Variety	处理 Treatment	养分生产效率			干物质生产效率		
		Production efficiency of nutrients			Production efficiency of dry matter		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
YS25	N0	63.4a	89.3a	26.3a	95.3a	134.4a	39.5a
	N1	52.6b	73.3b	21.9b	80.3b	111.9b	33.5b
	N2	30.8c	45.8c	11.8c	63.1c	93.8c	24.2c
	N3	24.7c	36.0d	9.7c	58.0c	84.8c	22.7c
LS9	N0	77.0a	98.9a	36.5a	112.3a	144.3a	53.3a
	N1	69.9b	72.3b	27.8b	97.9a	101.2b	38.9b
	N2	44.8c	65.9c	18.3c	77.0b	113.4b	31.5c
	N3	31.6d	37.6d	13.7d	66.6b	79.4c	28.9c

且相对于 YS25 而言,LS9 结薯早,前期膨大较快。不同施氮量只改变氮、磷、钾养分阶段积累量,而对养分积累动态趋势影响不大,这与在其他作物上研究基本一致^[13-14]。两甘薯品种藤蔓干物质积累量均随施氮水平的增加而增加,而薯块干物质积累量则是先增加后减小;随施氮量的增加,YS25 薯块干物质分配率表现为:N0≈N1>N2>N3,而 LS9 则是:N1>N0>N2>N3。由此可推测,长短蔓甘薯品种对施氮水平的反应不同,过量施用氮肥不利于光合同化产物向薯块分配。

宁运旺等^[15]认为,甘薯氮素吸收主要发生在生长中前期,而 90% 以上的磷钾素吸收集中在生长中后期;江苏、山东省农业科学院^[16]研究表明,甘薯在生长前、中期吸收氮素较快、磷较少,在块根膨大的后期吸收氮素较慢,磷素略有增加;全生育期吸收的钾都是最多的,块根膨大阶段尤为明显。本研究表明,YS25 氮素积累主要发生在栽后 75~125 d,LS9 氮素吸收主要集中在栽后 100~125 d;2 个甘薯品种磷素积累主要集中在栽后 100~125 d;YS25 钾素最大吸收期集中在栽后 75~100 d,LS9 钾素积累主要集中在栽后 50~100 d。全生育期内,YS25 藤蔓 N、P₂O₅、K₂O 的积累量几乎总是高于 LS9,但 YS25 薯块 N、P₂O₅、K₂O 积累量在栽后 75 d 之前总是低于 LS9,到生长后期才逐渐接近,这与 YS25 为长蔓品种,强大的地上部生物量需吸收更多养分有关。至于栽后 100~125 d 两供试品种藤蔓钾素及低氮水平下 LS9 藤蔓磷素出现负吸收现象,原因可能是甘薯基因型的差异,成熟期部分叶片的脱落以及藤蔓钾素向薯块转移所致。

甘薯的根系吸收能力很强,生物产量较大,收获时可带走大量的营养元素,而关于氮磷钾施肥水平对甘薯氮磷钾养分积累及分配的影响却鲜有报道。本研究结果表明,在该试验条件下,同一生育期内随

着施氮水平的提高,两甘薯品种藤蔓 N、P₂O₅、K₂O 的积累量也随之增加,而薯块 N、P₂O₅、K₂O 的积累量却表现为先增加后降低的趋势,且低氮可提高薯块中 N、P₂O₅、K₂O 的分配率,施高氮抑制其在薯块的分配。由此可见,施氮虽然可以增加氮、磷、钾的累积量,但对养分的转移呈现出随施氮量的增加转移效率反而降低的趋势,施用过量的氮肥不利于氮、磷、钾向薯块转移,这与在木薯上的试验结果相吻合^[17]。

有研究表明,甘薯植株吸收的 N:P₂O₅:K₂O 为 1:0.27:1.58^[16]、1:0.34:1.51^[18] 和 1:0.56:1.64^[19]。本试验结果表明,不同施氮水平下 YS25 吸收的 N:P₂O₅:K₂O 平均为 1:0.69:2.50,LS9 平均为 1:0.81:2.36,与前人研究结果略有不同,这可能是磷钾肥力水平较高所致。尽管生产 100 kg 薯干所需氮、磷、钾的量及比例随甘薯基因型、肥力水平和环境条件的变化而有一定的差异,但总体来说 K₂O>N>P₂O₅。因此,在甘薯生产实践中应注意施氮对库源关系的调控,防止藤蔓疯长影响薯块形成,故在养分施用量上可采取“多钾、少磷、氮适中”的技术。

养分生产效率代表作物吸收养分转化为经济产量的能力,养分干物质生产效率是评价作物对养分元素生理利用效率的重要指标^[9]。在本试验条件下,LS9 的 N、P₂O₅、K₂O 生产效率及干物质生产效率较高,YS25 的养分生产效率及干物质生产效率较低;说明 LS9 为养分生理利用高效率品种,YS25 为养分生理利用低效率品种。两鲜食型甘薯品种的养分生产效率和干物质生产效率对施氮的反应基本一致,即施氮显著降低其养分生产效率和干物质生产效率,且 LS9 的薯块养分生产效率较 YS25 对施氮反应更敏感,说明不同鲜食型甘薯品种的养分生理利用效率对施氮水平反应的差异性也较大。因此,在鲜食型甘薯生产实践中应根据不同品种的养分累

积特性,并考虑土壤肥力合理施用氮、磷、钾肥,以实现鲜食型甘薯的优质高产高效。

参考文献:

- [1] 高璐阳,房增国,史衍玺. 7 个鲜食型甘薯产量、产量构成及主要品质性状分析[J]. 中国粮油学报,2013,28(12):37-41.
- [2] 柳洪鹃,史春余,张立明,等. 钾素对食用型甘薯糖代谢相关酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(3):724-732.
- [3] 王振振,张超,史春余,等. 腐植酸缓释钾肥对土壤钾素含量和甘薯吸收利用的影响[J]. 腐植酸,2013,18(4):43.
- [4] 郑艳霞. 钾对甘薯同化物积累和分配的影响[J]. 土壤肥料,2004(4):14-16.
- [5] 柳洪鹃,史春余,柴沙沙,等. 不同时期施钾对甘薯光合产物运转动力的调控[J]. 植物营养与肥料学报,2015,21(1):171-180.
- [6] 朱绿丹,张珮琪,陈杰,等. 不同土壤水分条件下施氮对甘薯干物质积累及块根品质的影响[J]. 江苏农业学报,2013,29(3):533-539.
- [7] 陈娟,曲明山,郭宁,等. 氮肥用量对甘薯干物质积累和氮磷钾吸收的影响[J]. 农学学报,2014,4(3):35-38.
- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2005:263-271.
- [9] 房增国,赵秀芬. 胶东地区不同花生品种的养分吸收分配特性[J]. 植物营养与肥料学报,2015,21(1):241-250.
- [10] 齐文增,陈晓璐,刘鹏,等. 超高产夏玉米干物质与氮、磷、钾养分积累与分配特点[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(1):26-36.
- [11] 陈云池. 甘薯同化物质积累和块根膨大规律的初步探讨[J]. 中国农业科学,1961(9):25-29.
- [12] Marti H R, Mills A H. Nitrogen and Potassium nutrition affect yield, dry weight partitioning, and nutrient-use efficiency of sweet potato[J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis,2002,33(1-2):287-301.
- [13] 赵营,同延安,赵护兵. 不同供氮水平对夏玉米养分累积、转运及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2006,12(5):622-627.
- [14] 祝丽香,王建华,毕建杰,等. 不同氮素用量对杭白菊养分累积、转运及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(4):992-997.
- [15] 宁运旺,张永春,朱绿丹,等. 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.
- [16] 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:上海科学技术出版社,1984:42-48.
- [17] 林洪鑫,袁展汽,刘仁根,等. 不同氮磷钾处理对木薯产量、养分积累、利用及经济效益的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(6):1457-1465.
- [18] 吴旭银,张淑霞,周印富,等. 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.
- [19] 蔡艺艺,陈国防,盛锦寿,等. 氮磷钾肥对甘薯养分积累的影响[J]. 农技服务,2007,24(11):21-23.