

木薯的营养特性与施肥效应*

谭宏伟 杜承林 何天春 黄恒掌
(广西土肥所) (南京土壤所) (广西来宾县农业局)

摘 要

田间试验和室内研究结果表明,仅施氮、磷肥料,木薯的N/K、K/Mg比例失调,产量不高;若氮、磷、钾或氮、磷、钾、镁配合施用,则N/K比减小,K/Mg比增大,产量明显提高。提倡钾肥与镁肥的配合施用,在干旱等不良气候条件下,对木薯尤其重要。

木薯属热带经济作物,部分亚热带地区亦可正常生长。是医药、化工、食品等行业的重要原料,具有广泛的用途。联合国粮农组织顾问M.R.格雷斯认为,木薯是需要养分多,消耗地力快的作物。广西目前种植面积已达到22万公顷,是我国木薯主产区之一。多年来,由于其养分需求特性缺乏系统的研究,而且大多种植在肥力水平低下的新垦地上,施肥既少又不平衡,每公顷平均单产只有2970公斤(广西统计年鉴,1992,广西人民出版社)。未能充分发挥木薯的生产潜力和经济效益,因此研究木薯对养分的需求特性,通过合理施肥满足其对养分需求,达到木薯的高产高效是生产上急需解决的问题。为此,我们自1990年开始,连续3年进行田间试验,并在室内进行了系统的分析研究,结果表明,木薯的高产高效是完全可能的,关键在于要合理施肥,现将主要结果总结如下。

一、材料与方法

(一)供试土壤 田间试验在广西来宾县桥巩乡进行。土壤由硅质页岩风化物发育而成,这类土壤是广西主要土壤类型,分布广,面积大。在以往的研究中,我们曾先后分析了几十个土样,除个别养分偏高外,大部分含量接近,1992年供试土壤的养分含量及某些性质列于表1。

表1 供试土壤的基本性质

pH	有机质 (g/kg)	全 量			速效磷 (P) (mg/kg)	速效钾 (K) (mg/kg)	缓效钾 (K)	交 换 量 (cmol(+)/kg)	交换性阳离子			质地	
		N	P	K					K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺
5.90	13.03	0.72	0.54	1.52	8.0	36.0	14.0	3.37	59.4	12.2	537.0	37.4	壤土

(二)试验设计 1991年为NP、NPK₁、NP₁KMg、NPK₂、NPK₂Mg 5个处理,1992年为NP、NPMg、NPK₁、NPK₁Mg 4个处理。小区面积33.3米²,随机或拉丁方排列,重复4次。

* 参加田间试验的还有陆玉恩同志,室内分析由黄美福等完成。

(三)施肥量 氮(N) 121(kg/公顷)、磷(P₂O₅) 54、钾肥用硫酸钾、K₁(K₂O) 75、K₂(K₂O)150、镁(MgO)40.5。磷肥全部作基肥，钾、镁肥大部分作基肥，其余作早期追肥，氮肥则基肥与追肥并重，并以追肥为主。

(四)木薯品种 南植188，5月上旬种植，11月中旬收获。

(五)土壤、植物分析方法 按中国科学院南京土壤研究所编著的《土壤理化分析》所述方法进行。

二、结果与讨论

(一)木薯的营养特性

1. 不同生育期的养分含量 为了解木薯体内不同时期的营养元素含量及其变化，我们于木薯的苗期、营养生长期、薯块膨大期和收获期，分别采集叶片、茎秆、块根样品，经风干粉碎后，分析了 N、P、K、Ca、Mg 的含量。结果表明，叶片中 N、P、K 的含量以生长前期(6—7月)最高，以后逐渐降低，这一变化与生物产量的增加及体内养分浓度稀释有关。Ca 和 Mg 则前期明显低于后期。鉴于不同处理之间的变化趋势相近，故仅将 NP、NPK₁Mg 两个处理的养分含量及变化列于表 2。由表可见，因钾、镁肥料的施用，叶片中的含钾量明显高于 NP 处理，P 和 Mg 的含量有所降低，而 N 的变化不大。营养生长期的 N/K 比值由 NP 处理的 5.58 降至 1.60，K/Mg 比值由 2.23 升至 9.52。薯块膨大期趋势相同，这表明钾镁肥的施用有效地改善了木薯的钾素营养状况，使 N、K、Mg 较为平衡，有利于木薯的正常生长。除叶片外成熟期的茎秆、块根的养分含量也有相应的变化，但与叶片不同的是含 N 量明显降低。

表 2 木薯不同生长期叶片的养分含量(g/kg)

时 期	NP					NPK ₁ Mg				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
苗 期 (6月)	46.0	3.46	9.4	16.9	2.7	47.0	2.98	21.4	12.9	2.4
营养生长期 (7月)	37.4	3.93	6.7	17.2	3.0	38.0	2.53	23.8	11.2	2.5
薯块膨大期 (9月)	31.2	2.16	4.7	21.2	6.5	30.6	1.75	8.5	18.8	4.6
收 获 期 (11月)	34.1	2.13	4.6	26.4	5.6	35.7	1.61	8.2	21.7	3.3

2. 不同部位的养分浓度变化 除不同时期叶片中的养分含量出现规律性的变化外，在同一时期的不同部位的叶片间也存在差异。在苗期，上部叶片的 N、P、K 含量高于下部，新叶高于老叶，Ca、Mg 含量则下部叶片最高，老叶高于新叶，因此，在进行叶片营养诊断时，需要选择相同的采样部位以便比较。在茎秆中，NP 处理的 N、P、Mg 含量均为上、下部高于中部，Ca 含量则自上而下逐步降低。单独施用镁肥(NPMg 处理)茎秆含镁量稍有提高，施用钾肥或钾镁肥同时施用含钾量显著提高，含镁量略有降低，显示了钾、镁之间的拮抗作用。

3. 养分平衡 作物的正常生长不仅需要充足的养分供应，而且养分之间必须平衡。由于供试土壤严重缺钾，镁亦偏低，因此只有通过施肥加以调节，才能满足木薯对氮、磷、钾、镁的需要。仅施氮、磷肥或氮、磷、镁肥，薯块膨大期叶片和茎秆中 N/K 比值达到 3.70—6.65，

K/Mg 比值仅为 0.72—0.90, K/Ca 比值 0.11—0.22, 因含钾量太低, 钾的重要生理功能^[1]难以发挥, 势必导致光合作用减弱, 光合产物减少而低产。施用钾肥, 可显著降低 N/K 比值, 提高 K/Mg、K/Ca 比值(表 3), 使木薯体内的养分趋于平衡, 为木薯高产打下了基础。

表 3 钾肥对养分平衡的影响

采样部位	NP			NPK ₁			NPK ₁ Mg		
	N/K	K/Mg	K/Ca	N/K	K/Mg	K/Ca	N/K	K/Mg	K/Ca
叶片	6.65	0.72	0.22	3.62	2.01	0.45	3.61	1.83	0.45
上部	4.63	0.77	0.11	1.44	2.38	0.43	1.09	4.76	0.58
茎秆	3.70	0.90	0.11	1.11	3.77	0.45	0.82	6.14	0.74
下部	4.38	0.84	0.18	1.20	4.11	0.64	1.02	5.72	0.72

(二)木薯对养分的吸收

1. 养分吸收量 根据木薯不同部位的生物产量和养分含量计算了养分吸收量及比例。结果表明, 处理间 N、P、Ca、Mg 未见明显差异, 而施钾处理对钾的吸收量较 NP 处理每公顷增加 48.8 与 63.5 公斤, 即增加 2.8 与 3.7 倍(表 4)。如果按照差减法计算, NPK₁ 的钾肥利用率为 78%, NPK₁Mg 达到 100%, 如此高的利用率在其它试验中较为少见, 这可能与木薯生长迅速、吸钾量大有关。此外, 还可能与 1992 年严重干旱, 钾损失较少, 木薯为抗旱而增加对钾的需求与利用下层土壤的部分钾有关。至于木薯对镁的吸收, 变化不大, 这与镁在植物体中仅为叶绿素的组成成分, 因而需要量较少有关。可见, 在缺镁地区种植木薯只需施用少量镁肥即可满足需要, 本试验每公顷施用 40.5 公斤 MgO 显然太多。

表 4 肥料对养分吸收量的影响

处 理	吸收量 (公斤/公顷)					N:P:K:Ca:Mg
	N	P	K	Ca	Mg	
NP	66.1	9.8	17.2	74.6	11.4	1:0.15:0.26:1.13:0.17
NPK ₁	61.9	9.6	66.0	71.2	11.6	1:0.16:1.07:1.15:0.19
NPK ₁ Mg	65.9	9.1	80.7	75.4	11.9	1:0.14:1.22:1.14:0.18

2. 养分在体内的分配 不同养分在体内的分配也有一定的规律。NP、NPMg 两个处理因缺钾, 光合作用弱, 光合产物量少, 在体内运转慢, 因此, 吸收的养分在茎叶中的累积量较多, 块根中较少。相反, NPK₁、NPK₁Mg 两个处理由于叶片中 K⁺ 浓度较高, 酶的活性强, 有利于增强光合作用和光合产物的运输^[1], 养分随之向块根转移, 因此块根中养分的累积量相对高于茎叶(表 5)。这种养分累积比例的改变, 也相应提高了肥料的生产效益, 每生产 100 公斤干块根所需要的 N、P、Ca、Mg 量降低, 需钾量提高(表 6)。

表 5 木薯不同部位的养分累积量(占总量的%)

处 理	N		P		K		Ca		Mg	
	茎叶	块根	茎叶	块根	茎叶	块根	茎叶	块根	茎叶	块根
NP	48.3	51.7	58.6	41.4	61.4	38.6	82.7	17.3	79.2	20.8
NPMg	47.6	52.4	49.4	50.6	40.4	59.6	83.9	16.1	79.4	20.6
NPK ₁	56.0	44.0	39.7	60.3	42.3	57.7	78.7	21.3	64.4	35.6
NPK ₁ Mg	58.0	42.0	37.8	62.2	49.1	50.9	77.4	22.6	60.6	39.4

表 6 每百公斤干块根需要的养分量(公斤)

处 理	N	P	K	Ca	Mg
NP	1.92	0.286	0.50	2.17	0.33
NPMg	1.75	0.211	0.47	1.23	0.32
NPK ₁	0.86	0.133	0.91	0.99	0.16
NPK ₁ Mg	0.86	0.119	1.05	0.98	0.16

表 7 叶片和茎秆中钾、钙、镁的含量 (g/kg)

处理	中部叶片			中部茎秆		
	K	Ca	Mg	K	Ca	Mg
NP	6.7	17.2	3.0	2.6	24.4	2.9
NPK ₁	24.1	12.3	2.4	5.3	11.7	1.4
NPK ₁ Mg	2.38	11.2	2.5	7.7	10.4	1.3

收, 钾镁同时施用, 植株钾、钙、镁含量相应发生变化(表 7)。由于钾、钙、镁之间的拮抗作用十分复杂, 如何利用这一作用, 通过施肥调节到植株需要的最佳营养配比, 达到既满足作物对养分需要又尽量减小肥料的用量, 提高肥料的利用率, 具有重要的意义。将有待进一步深入。

(三) 施肥的效应

1. 钾镁肥的增产效果 由于试验未设不施肥的空白处理, 因此难以估计土壤本身的生产潜力, 只能根据不同施肥处理的产量结果看肥料的相对效应, 以及在 NP 肥的基础上, 钾肥或钾镁肥的增产作用。2 年的产量结果表明, 仅施 NP 肥, 木薯块根产量每公顷只有 16077 与 8400 公斤, 茎叶产量为 8670 与 7140 公斤。钾镁配合施用产量块根分别为 27788 与 18695 公

3. 交互作用与离子拮抗 众多的研究结果已经证实, 在植物体内钾、氮之间存在交互作用, 钾与氮可以相互促进吸收, 在本研究中这种作用虽不显著, 但钾、钙、镁之间的拮抗作用却是相当明显的。NP 处理含钾量最低, 钙、镁含量最高, NPK₁ 含钾量提高到 2.41%, 含钙、镁量降至 1.23 与 0.24%, 表明钾肥的施用抑制了钙、镁的吸

斤, 茎叶相应为 19890 与 13755 公斤, NPMg、NPK₁ 介于两者之间(表 8)。上述的产量结果远比全区平均产量(每公顷 2970 公斤)高得多, 这表明, 只要施肥合理, 木薯的生产潜力是很大的。

近 10 年来, 在来宾及柳州地区先后在粮食、油料、蔬菜及经济作物上进行了 100 多次田间试验, 充分肯定了钾镁肥的增产效果与经济效益[2-5]①。近 3 年来的木薯试验不仅获得显著的增产效果, 而且增产幅度最大。

调查结果也表明, 钾肥或钾镁肥的施用有效地促进了木薯的生长, 因而块根的数量、大小、重量显著增加, 这是增产的主要原因。

2. 气候条件对钾肥效应的影响 干旱缺水是来宾县农业生产的主要障碍因子之一。全县旱地面积远大于水田。1991 和 1992 两年均发生严重的干旱, 但由于干旱出现的时期及其延

表 3 钾镁肥对产量的影响*

年份	处 理	产量 ¹ (公斤/公顷)	
		块根	茎叶
1991	NP	16077	8670
	NPK ₁	20933	9308
	NPK ₁ Mg	23718	16703
	NPK ₂	23697	15934
	NPK ₂ Mg	27788	19890
1992	NP	8400	7140
	NPMg	9516	7350
	NPK ₁	17607	13125
	NPK ₁ Mg	18695	13755

* 产量为鲜重。

① 杜承林等, 我国南方主要土壤的钾镁供应状况与钾镁肥料的效应研究(1985—1992), 未刊资料。

续的时间不同,对施肥效应产生相当明显的差异。1991年干旱出现于9—10月,由于木薯的营养生长和结薯期已经完成,因而避开了干旱的影响,产量仍较高,NP每公顷16077公斤,NPK₁Mg达到23718公斤。1992年,干旱发生在7月,并持续到10月,对木薯营养生长和块根形成带来严重影响,NP产量只有8400公斤,NPK₁Mg为18695公斤,明显低于1991年。干旱显然阻碍了肥料效应的发挥。然而,由于钾肥具有增强作物抗旱能力的作用,因此,1992年钾肥的增产作用更加突出,如NPK₁较NP增长110%(块根),而1991年低至50%。在江苏宜兴的油菜^②和其它许多试验中也都证明了这一点,可见,在干旱条件下尤其需要施用钾肥,以满足作物的营养和抵御干旱两方面的需要,这是十分重要的。

参 考 文 献

- [1] 刘芷宇等编著,主要作物营养失调症状图谱,32—33页,农业出版社,1982。
- [2] 谢建昌、杜承林,中国钾素的有效性及其评定方法的研究,土壤学报,25(3):269—280,1988。
- [3] 张肇元等,钾对甘蔗、红麻、花生的产量与品质的影响,国际平衡施肥学术讨论会论文集,157—190,农业出版社,1989。
- [4] 杜承林等,钾镁肥料对茄类蔬菜的效应,土壤,24(5):248—251,1992。
- [5] 何天春等,钾镁肥对花生生长的影响,土壤,24(6):312—314,1992。

(上接第37页)

VC的积累。

参 考 文 献

- [1] 沈兆敏,中国柑桔区划与柑桔良种,第13页,中国农业科技出版社,1988。
- [2] A. Cohen (董行健译),柑桔施肥,柑桔参考资料,第5辑,中国农科院柑桔所情报资料室编,1978。
- [3] Eiji Yuda(日本),日本柑桔栽培中的营养问题;J. G. de Geus(荷兰),柑桔施肥,柑桔营养与施肥,庄伊美译,11—21,165—176页,1982。
- [4] 俞立达等,滨柑桔失绿黄化病的研究,中国柑桔,第4期17—21页,1979。
- [5] A. Cohen,柑桔的叶片分析,中国柑桔,第3期,51—54页,1976。
- [6] W. 善瑟等,柑桔业(第二卷)柑桔生产,农业出版社,1985。
- [7] 史瑞和、鲍士旦主编,土壤农化分析,农业出版社,1987。

^② 杜承林等,红壤地区土壤钾镁供应状况与经济作物施用钾镁肥的效应,中科院南京土壤研究所,国际钾肥研究所(瑞士)第6次学术讨论会论文集,48—55,1992。