

水肥一体化技术在老挝旱季花生生产上的应用效果研究

何明菊¹, 陈桂芬², 黄树生³, 韦显恒⁴, 张远飞¹, 刘文奇⁵, 黄武杰¹, 韦能⁴

(1. 南宁市土壤肥料工作站, 广西南宁 530001; 2. 广西农业科学院农业资源与环境研究所, 广西南宁 530007; 3. 南宁市植物保护站, 广西南宁 530001; 4. 广西农业职业技术学院, 广西南宁 530007; 5. 广西土壤肥料工作站, 广西南宁 530007)

摘要 [目的]研究水肥一体化技术在老挝旱季花生生产上的应用效果。[方法]在老挝万象开展了水肥一体化模式下不同施肥量对旱季花生产量和经济效益影响的试验。[结果]与当地常规模式相比,水肥一体化技术能增加花生发芽率、株高、平均荚数、百粒重等,最终能显著提高老挝花生的产量,增产量达 1 000 kg/hm²,增产率为 51.9%,同时还能节省人工成本,增加农民收入,能增收 2 800 元/hm²。水肥一体化模式下施肥量为 91.5 kg/hm²能使老挝旱季花生生产达到最佳产量。[结论]在老挝旱季推广水肥一体化技术将对当地农业发展起到重要的作用。

关键词 水肥一体化;旱季;花生;生产;老挝**中图分类号** S565.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)31-0036-03**Application Effect of Water and Fertilizer Integration on Peanut Production in Dry Season in Laos****HE Ming-ju¹, CHEN Gui-fen², HUANG Shu-sheng³ et al** (1. Nanning Soil and Fertilizer Workstation, Nanning, Guangxi 530001; 2. Agricultural Resource and Environment Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007; 3. Nanning Plant Protection Station, Nanning, Guangxi 530001)

Abstract [Objective] To study the application effect of water and fertilizer integration on peanut production in dry season in Laos. [Method] The effects of different fertilization on peanut yield and economic benefit under water and fertilizer integrated model were studied in Vientiane, Laos. [Result] Using water and fertilizer integrated technology could increase the germination percentage, plant height, the average pods number and hundred-grain weight of peanuts compared with the conventional planting pattern. The peanut yield significantly increased by 1 000 kg/hm² and 51.89%. It also could save labor costs and increase farmers' income by 2 800 yuan/hm². The optimum yield application rate of fertilizer was 91.5 kg/hm² by using water and fertilizer integration in dry season in Laos. [Conclusion] Using water and fertilizer integration in dry season will play an important role in the development of local agriculture in Laos.

Key words Water and fertilizer integration; Dry season; Peanut; Production; Laos

水肥一体化技术是借助压力系统,将肥料溶解在灌溉水中,通过可控管道灌溉系统,根据作物生长规律适时适量地向作物提供水分和养分的节水农业技术。水肥一体化技术因其高效利用、省肥省水、节约成本、使用方便而被以色列、美国、日本等国家广泛研究与应用^[1]。该技术在我国也已被广泛应用于设施农业、果树栽培、蔬菜、经济作物等方面^[2-6]。应用水肥一体化技术能节水 30%~40%,节约肥料 30%~50%^[7]。

老挝位于中南半岛北部,是东南亚唯一的内陆国家,属于热带、亚热带季风气候区,全年分为旱季和雨季。每年 5—10 月为雨季、11 月—翌年 4 月为旱季,由于受季风影响,旱季几乎不下雨。老挝是以农业为主导经济的国家,农业人口约占全国人口的 90%,主要农作物有水稻、玉米、木薯、咖啡、花生等^[8]。由于受气候条件和灌溉设施缺乏的影响,老挝旱季农田基本是闲置的,农民生活水平较低。如果能在老挝旱季推广应用水肥一体化技术,将会对老挝农业带来重要的影响。该试验在老挝万象市郊进行,通过比较水肥一体化与常规模式,并研究水肥一体化模式下不同施肥量对旱季花生产量和经济效益的影响,旨在为水肥一体化技术在老挝推广应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2015 年 11 月—2016 年 4 月在老挝万象市的中国(广西)—老挝合作农业科技示范园进行,试验地位于 102°44'30"E、18°09'34"N。供试土壤质地为壤土,酸性,肥力等级为低等。土壤理化性状如下:有机质 15.6 mg/g、全氮 1 mg/g、全磷 0.14 mg/g、全钾 4.08 mg/g、碱解氮 96 mg/kg、速效磷 8.6 mg/kg、速效钾 70 mg/kg, pH 4.9。

1.2 材料 供试花生品种为桂花 17 号;供试肥料有尿素(N 46%)、水溶性复合肥(15-15-15)、有机肥(腐熟鸡粪)、熟石灰。

1.3 试验设计 试验设 5 个处理,分别为 T₁ 水肥一体化膜下滴灌模式,有机肥、熟石灰用量与常规模式相同,但不施化肥,盖地膜,滴灌方式灌溉;T₂ 常规灌溉模式,盖地膜,施肥量为有机肥 11.25 t/hm²,熟石灰 450 kg/hm²,化肥用量为 N 100 kg/hm²、P₂O₅ 100 kg/hm²、K₂O 100 kg/hm²;T₃ 水肥一体化膜下滴灌模式,有机肥、熟石灰、化肥用量与 T₂ 处理相同;T₄ 处理除化肥用量为 T₃ 的 75%外,其他与 T₃ 处理相同;T₅ 处理除化肥用量为 T₃ 处理的 50%外,其他与 T₃ 处理相同,各处理 3 次重复,小区面积 32 m²,随机区组排列。

所有处理的有机肥及熟石灰全部作基肥在播种前一次施下。T₂ 处理化肥的 80%作基肥,20%作追肥(于开花期、结荚期通过人工撒施施入)。T₃~T₅ 处理化肥的 80%作基肥,20%作追肥(于播种后 10 d、开花期、结荚期、饱果期通过滴灌系统施入)。所有处理田间管理均按当地习惯进行。

1.4 种植方式及管理 按照当地习惯种植,小区面积为 8 m**基金项目** 广西科学研究与技术开发计划项目(桂科合 15104003-1-6);南宁市科技计划项目(20155193)。**作者简介** 何明菊(1986—),女,云南临沧人,农艺师,硕士,从事土壤技术研究与推广工作。**收稿日期** 2017-08-04

$\times 4 \text{ m} = 32 \text{ m}^2$, 小区间间隔 0.5 m, 每个处理设置 4 垄, 每垄种植 2 行, 品字形种植, 1 穴 2 粒种子。病虫、草、鼠害等防治按当地习惯统一进行。

1.5 调查指标及方法 发芽率: 调查每个小区花生种子发芽数, 计算出发芽种子数占播种数的比例; 株数: 调查每个小区花生株数, 折算出每公顷花生株数; 株高: 测连续 10 株花生的株高, 取平均值; 平均荚数: 测连续 10 株花生的荚数, 取平均值; 百粒重: 按小区收获晒干后, 取出花生仁, 随机抽取 100 粒称重, 计算百粒重; 产量: 按小区收获晒干后称产, 折算出每公顷花生产量。

1.6 数据处理 采用 SPSS 17.0 进行数据统计与分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对老挝旱季花生经济性状的影响 由表 1 可知, 相同的施肥量下, 水肥一体化处理 (T_3) 较常规处理 (T_2) 显著提高了花生的发芽率, 并增加了花生植株高度, 增幅分

别为 5.6%、52.8%; 对花生株数、荚数和百粒重也有所增加, 增幅分别为 4.4%、43.3%、8.6%。在水肥一体化模式下, 施肥处理 (T_3 、 T_4 、 T_5) 较不施肥处理 (T_1) 显著增加了花生的株高和荚数, 但 T_3 、 T_4 、 T_5 处理之间差异不显著, 说明施肥能有效提高老挝旱季花生的株高及荚数, 该试验设置的施肥量梯度对其影响不大。 T_1 、 T_3 、 T_4 、 T_5 处理花生发芽率均显著高于 T_2 处理, 说明水肥一体化种植的花生发芽率较常规种植的显著提高。

2.2 不同处理对老挝旱季花生产量及经济效益的影响

2.2.1 相同施肥量下水肥一体化对老挝旱季花生产量及经济效益的影响。 由表 2 可知, 相同的施肥量下, 水肥一体化处理较常规处理显著提高了花生的产量, 增产量达 $1\ 000 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 增产率为 51.9%。常规灌溉模式尽管比水肥一体化模式少了滴管的成本, 但增加了人工成本, 所以水肥一体化模式下种植花生比常规模式下增加收入 $2\ 800 \text{ 元}/\text{hm}^2$, 产投比也较常规灌溉模式高 52.3%。

表 1 不同处理对老挝旱季花生经济性状及产量的影响

Table 1 Effects of different treatments on the economic character and yield of peanut in dry season in Laos

处理 Treatment	发芽率 Germination percentage//%	株数 Number of plants 万株/ hm^2	株高 Plant height cm	平均荚数 The average pods number//荚/株	百粒重 Hundred-grain weight//g
T_1	98.93 ± 0.20 ab	10.19 ± 0.36 a	35.57 ± 1.50 b	14.60 ± 1.50 b	68.53 ± 2.50 a
T_2	92.40 ± 0.31 d	9.42 ± 0.38 a	32.90 ± 1.17 b	18.47 ± 2.34 ab	61.67 ± 3.13 a
T_3	97.57 ± 0.35 c	9.83 ± 0.29 a	50.27 ± 2.33 a	26.47 ± 4.27 a	66.97 ± 4.16 a
T_4	99.60 ± 0.31 a	10.15 ± 0.75 a	52.43 ± 2.25 a	26.50 ± 0.36 a	67.47 ± 4.20 a
T_5	98.57 ± 0.32 b	10.08 ± 0.49 a	51.60 ± 0.44 a	24.80 ± 2.99 a	66.47 ± 1.10 a

注: 同列数据后小写字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P < 0.05$)

表 2 相同施肥量下水肥一体化模式对老挝旱季花生产量及经济效益的影响

Table 2 Effects of water and fertilizer integration on the peanut yield and economic benefits in dry season in Laos with same fertilization level

处理 Treatment	产量 Yield kg/ hm^2	增产率 Increasing rate//%	肥料成本 Fertilizer cost 元/ hm^2	滴管和地膜成本 The cost of drip pipe and membrane 元/ hm^2	人工 Labor 元/ hm^2	产值 Output value 元/ hm^2	收入 Income 元/ hm^2	产投比 Output- input ratio
T_2	1 927.3	—	560	825	2 700	5 396	1 311	1.32
T_3	2 927.3	51.9	560	3 300	225	8 196	4 111	2.01

注: 1. 2016 年当地肥料 (15-15-15 复合肥) 价格折合人民币为 5.6 元/kg, 花生价格折合人民币为 2.8 元/kg

2. 人工费用: 在老挝当地缺乏基本灌溉设施的条件下, 常规灌溉需 10 人/ hm^2 , 共灌溉 4 次, 追肥需 10 人/ hm^2 , 共追肥 2 次, 按当地人工每人每天 45 元计算, 种植花生需人工投入 2 700 元/ hm^2 ; 水肥一体化, 安装 1 公顷的管道需 1 人, 灌溉施肥 4 次, 每次 1 人, 种植花生需人工投入 225 元/ hm^2

3. 收入为产值减去肥料、滴管地膜、人工成本; 其余田间耕作管理成本一致, 故不计入

Note: 1. The local price of local fertilizer (15-15-15 compound fertilizer) is equivalent to 5.6 yuan/kg, peanut is equivalent to 2.8 yuan/kg

2. In Laos, where there is a lack of basic irrigation facilities, regular irrigation demands 10 persons per hectare, amount to 4 times. Topdressing demands 10 persons per hectare, a total of 2 times. According to the local cost of 45 yuan per person per day, 2 700 yuan/ hm^2 is demanded for planting peanuts. One person is required to install 1 hectare of pipeline, total fertilization and irrigation 4 times, it costs 225 yuan/ hm^2 to grow peanuts

3. Income is output removing costs of fertilizer, drip, film, labor. The rest of the farm management costs are consistent, so they are not accounted for

2.2.2 水肥一体化模式下不同施肥量对老挝旱季花生产量及经济效益的影响。 由表 3 可知, T_4 处理花生产量最高, 其次是 T_3 、 T_5 处理, 产量分别是 $3\ 146.0$ 、 $2\ 927.3$ 、 $2\ 583.3 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 较不施肥处理 (T_1) 分别增产 $1\ 416.7$ 、 $1\ 198.0$ 、 $854.0 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 增产率分别为 81.9%、69.3%、49.4%。扣除肥料、滴灌、地膜成本, T_4 、 T_3 、 T_5 处理收入分别为 $5\ 089$ 、 $4\ 336$ 、 $3\ 653 \text{ 元}/\text{hm}^2$, 比 T_1 处理多收入 $3\ 547$ 、 $2\ 794$ 、 $2\ 111 \text{ 元}/\text{hm}^2$ 。

对水肥一体化模式下不同施肥量对花生产量的影响进行回归统计分析 (图 1), 得出肥料效应函数方程为

$y = -0.149 6x^2 + 27.887 0x + 1\ 705.500 0$, 根据边际收益等于边际成本的原则计算出最佳产量施肥量为 $91.5 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 。

3 结论与讨论

(1) 与老挝当地常规种植模式相比, 水肥一体化技术能增加花生发芽率、株高、平均荚数、百粒重等, 为增加花生产量打好了基础, 最终能显著提高老挝花生的产量, 节省人工成本, 增加农民收入。研究表明, 水肥一体化模式下施肥量为 $91.5 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 能达到最佳产量。

表3 水肥一体化模式下不同施肥量对老挝旱季花生产量及经济效益的影响

Table 3 Effects of different fertilization level on the peanut yield and economic benefits in dry season in Laos under water and fertilizer integration model

处理 Treatment	产量 Yield kg/hm ²	增产率 Increasing rate//%	肥料成本 Fertilizer cost 元/hm ²	滴管和地膜成本 The cost of drip pipe and membrane 元/hm ²	产值 Output value 元/hm ²	收入 Income 元/hm ²	产投比 Output- input ratio
T ₁	1 729.3	—	0	3 300	4 842	1 542	1.47
T ₅	2 583.3	49.4	280	3 300	7 233	3 653	2.02
T ₄	3 146.0	81.9	420	3 300	8 809	5 089	2.37
T ₃	2 927.3	69.3	560	3 300	8 196	4 336	2.12

注:1.2016年当地肥料(15-15-15复合肥)价格折合人民币为5.6元/kg,花生价格折合人民币为2.8元/kg

2.收入为产值减去肥料成本和滴管地膜成本,由于各处理的田间耕作管理成本一致,故不计入

Note:1.The local price of local fertilizer (15-15-15 compound fertilizer) is equivalent to 5.6 yuan/kg, peanut is equivalent to 2.8 yuan/kg

2. Income is output removing the costs of fertilizer, drip, film, labor. The rest of the farm management costs are consistent, so they are not accounted for

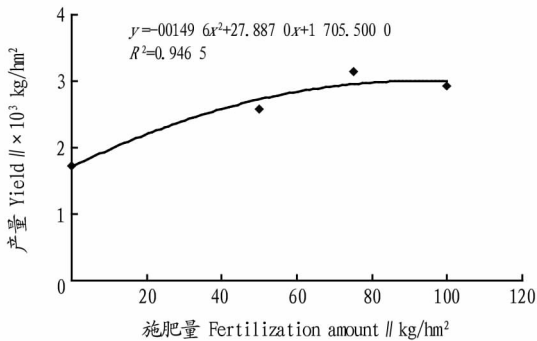


图1 水肥一体模式下施肥量与产量之间的线性关系

Fig. 1 The linear relationship between fertilization amount and yield under water and fertilizer integration model

(2) 老挝当地气温下全年可种植花生两到三熟,但由于受降雨和灌溉设施缺乏的影响,老挝大部分农田只能在雨季种植一季,旱季农田基本闲置^[9]。湄公河纵贯老挝全境,地下水资源丰富,为水肥一体化技术在老挝的推行提供了良好

(上接第35页)

表4 不同类型参试材料的主要农艺性状

Table 4 Main agronomic characters of different types of test materials

类型 Type	生育期 Growth stage d	基本苗 Basic seedling 万株/hm ²	最高总茎数 The highest total stem number 万个/hm ²	收获穗数 Spike number 万穗/hm ²	成穗率 Panicle rate %	株高 Plant height cm	穗长 Panicle length cm	结实小穗数 Spikelet number 穗	主穗粒重 Grain weight per panicle g	穗粒数 Grain number per panicle//粒	容重 Bulk density g/L	千粒重 Thousand grain weight g
I	127	496.4	1 017.9	641.6	64.4	84.4	8.7	13.8	1.7	31.4	797.3	51.2
II	129	492.5	924.9	631.7	68.9	84.9	8.7	13.8	1.7	31.9	784.1	52.1
III	130	505.5	690.0	529.5	76.7	93.0	8.6	13.1	1.8	37.0	785.0	46.7
IV	125	535.5	826.5	564.0	68.2	70.0	8.5	13.7	1.5	28.2	822.0	50.2

参考文献

- [1] 何中虎,夏先春,陈新民,等. 中国小麦育种进展与展望[J]. 作物学报, 2011, 37(2): 202-215.
- [2] 周吉,徐萍,李国强,等. 不同水旱地小麦品种聚类分析及其利用模式研究[J]. 麦类作物学报, 2009, 29(5): 809-813.
- [3] 王荣栋,孔军,陈荣毅,等. 新疆小麦品质生态区划[J]. 新疆农业科学, 2005, 42(5): 309-314.
- [4] 耿洪伟,曲延英,高文伟,等. 新疆春小麦品种(系)农艺性状分析[J]. 中国农学通报, 2009, 25(5): 151-154.
- [5] 王海燕,王秀娥,陈佩德,等. 云南、西藏与新疆小麦高分子量谷蛋白亚基组成及遗传多样性分析[J]. 中国农业科学, 2005, 38(2): 228-233.
- [6] 王宏飞,李宏琪,丛花,等. 新疆小麦地方品种遗传多样性的 SSR 分析[J]. 中国农业科技导报, 2010, 12(6): 98-104.
- [7] 陈晓杰,吉万全,王亚娟. 新疆冬春麦区小麦地方品种贮藏蛋白遗传多样性研究[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(4): 522-528.
- [8] 相吉山,穆培源,桑伟,等. 新疆小麦品种资源籽粒性状和磨粉品质分析及评价[J]. 新疆农业科学, 2013, 50(6): 1032-1039.
- [9] 桑伟,穆培源,徐红军,等. 新疆小麦品种籽粒性状、磨粉品质及其关系的研究[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(1): 50-55.
- [10] 芦静,何中虎,夏先春,等. 新疆小麦品种高分子量谷蛋白亚基及相关品质基因的分子标记检测[J]. 作物学报, 2009, 35(4): 647-661.
- [11] 王晓龙,桑伟,谢敏娇,等. 优质新疆拉面粉品种品质评价的多重 PCR 体系构建与应用[J]. 农业生物技术学报, 2012, 20(6): 606-615.
- [12] 唐广义,冯明光. DPS 处理系统[M]. 北京:中国农业出版社, 1997.
- [13] 史雨刚,雷逢进,王曙光,等. 日光温室西葫芦植株型及其对产量形成的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2012, 18(1): 41-45.
- [14] 熊丽娟,李伟,郑有良. 马卡小麦主要农艺性状分析[J]. 中国农学通报, 2006, 22(11): 118-122.

的基础条件,因此,在老挝旱季推广水肥一体化技术将对老挝当地农业的发展起到重要的作用。

参考文献

- [1] 高鹏,简红忠,魏祥,等. 水肥一体化技术的应用现状与发展前景[J]. 现代农业科技, 2012(8): 250, 257.
- [2] 李雅莲. 半干旱地区玉米膜下滴灌水肥一体化技术[J]. 农业与技术, 2014(11): 133.
- [3] 覃同. 大化县沙糖橘水肥一体化技术应用[J]. 南方园艺, 2016, 27(1): 29-31.
- [4] 赵靖丹,李瑞平,史海滨,等. 滴灌条件下地膜覆盖对玉米田间土壤水热效应的影响[J]. 节水灌溉, 2016(1): 6-9.
- [5] 陈标,刘静,曾宪故. 南方蔬菜水肥一体化高效生产技术[J]. 南方农业, 2016, 10(6): 44-45.
- [6] 宋亚辉,刘朝芳,李玉荣,等. 花生水肥一体化最佳施肥量研究[J]. 现代农业科技, 2015(17): 12-13.
- [7] 宋亚辉,李玉荣,程增书,等. 河北省花生水肥一体化技术应用前景展望[J]. 现代农村科技, 2015(3): 6-7.
- [8] 吕荣华,夏秀忠,刘开强,等. 老挝农业生产概况[J]. 广西农业科学, 2010, 41(12): 1358-1360.
- [9] 陈桂芬,唐其展,刘忠,等. 老挝旱季花生膜下滴灌技术应用效果分析[J]. 农业研究与应用, 2015(1): 15-18.