

水肥一体化技术在澳洲坚果生产上的应用

肖海艳, 许鹏, 黄锡云, 陈海生, 谭德锦, 覃振师, 汤秀华, 王文林, 宋海云, 郑树芳, 谭秋锦, 贺鹏

(广西南亚热带农业科学研究所, 广西崇左 532415)

摘要 [目的]研究水肥一体化技术在澳洲坚果生产上的应用效果, 总结出一套适合澳洲坚果水肥一体化技术。[方法]试验设置6个处理, 分别为环形滴灌高质肥、环形滴灌有机肥、环形滴灌普通化肥、定点滴灌普通化肥、喷灌普通化肥和常规施肥, 测定不同处理对果实产量、落果、大小的影响。[结果]6种处理中, 效果最好的是环形滴灌有机肥, 产量为5 969.7 kg/hm², 增产15.96%, 落果减少率可达24.11%, 经济效益可达9.55万元/hm², 成本1.26万元/hm², 对比常规施肥, 利润增加1.78万元/hm²。[结论]把水肥一体化技术——环形滴灌有机肥应用于澳洲坚果上, 可以有效地提高产量, 改善果实大小, 减少落果率, 有利于增产增收。

关键词 澳洲坚果; 水肥一体化; 环形滴灌有机肥

中图分类号 S644 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)30-0055-04

Effect of Fertigation on *Macadamia integrifolia* Production

XIAO Hai-yan, XU Peng, HUANG Xi-yun et al (Guangxi South Subtropical Agricultural Science Research Institute, Chongzuo, Guangxi 532415)

Abstract [Objective] The objective was to explore the effects of fertigation on *Macadamia integrifolia* production, sum up a suitable fertigation technology for *Macadamia integrifolia*. [Method] Set six different treatments: annular drip irrigation high quality fertilizer, annular drip organic fertilizer, annular drip common fertilizer, fixed-point drip common fertilizer, sprinkling irrigation common fertilizer and conventional fertilization. Effect of different treatments on yield, fruit drop and size was researched. [Result] Among six treatments, annular drip organic fertilizer was the best, which yield was 5 969.7 kg/hm², increased by 15.96%, fruit drop was decreased by 24.11%. The economic benefit reached 9.55 × 10⁴ yuan/hm² and the cost was 1.26 × 10⁴ yuan/hm². In contrast to the conventional fertilization, profits increased by 17 800 yuan/hm². [Conclusion] Fertigation technology-ring drip organic fertilizer for *Macadamia integrifolia* can effectively improve the yield and fruit size, reduce the fruit drop rate and increase production and economic benefit.

Key words *Macadamia integrifolia*; Fertigation technology; Annular drip organic fertilizer

水肥一体化技术是一项集合灌溉与施肥的农业新技术。因其具有高效、省工省时、省肥省水、节约成本、增产高效、使用方便等优点, 欧美等发达国家在农业生产中广泛应用。澳洲坚果(*Macadamia integrifolia*), 作为一种经济效益价值较高的果树, 其果仁含18种氨基酸, 且含有人体需要的2种必需氨基酸。果仁中含有丰富的矿物质, 已经检测出12种, 其中K、P、Ca、Mg含量很高; Mn、Zn、Fe、Cu含量较丰富^[1]。果仁中脂肪酸含量也比较丰富, 脂肪酸组成达8种, 不饱和脂肪酸4种, 主要为油酸、亚油酸、花生四烯酸和棕榈油酸, 其比例达到82.96%, 相对于一般的食用植物油来说, 要高出很多^[2]。因为其油脂含量与组成, 使得澳洲坚果成为制备营养保健油的优质原料, 开发应用前景很好。水肥一体化技术在蔬菜、果树、棉花、大豆等作物生产上取得了较好的应用效果。水肥一体化技术应用于香蕉生产, 微喷灌与传统漫灌相比, 增产1 394 kg/hm², 增幅2.3%; 用水量差异显著($P < 0.05$), 大大减少了用水量^[3]。也有研究结果表明, 与传统灌溉方式相比, 滴灌的灌水量可以减少73%, 而产量增加15.6%^[4]。水肥一体化技术在黄瓜上应用, 滴灌可以节肥131.0~1 733.6 kg/hm², 降幅为3.7%~49.5%; 节水705.0~910.5 m³/hm², 降幅为21.0%~27.1%, 节约资源效果明显; 滴灌增产23 475 kg/hm², 增幅为17.6%, 增收2.6万~4.7万元/hm², 成本减少3.86万~5.91万元/hm²^[5]。水肥一体化滴灌技术应用于苦瓜生产上, 可提高苦瓜产量和品质, 畸

形瓜减少15%, 增产21%, 并且风味更佳、果型更好看, 深受市场的欢迎^[6]。水肥一体化技术在苹果上应用, 增产达26.2%, 增收7.28万元/hm²^[7]。水肥一体化技术在棉花上应用, 增加皮棉91.5 kg/hm², 水分利用效率提高13.7%~20.4%, 水分产出效益提高0.92~1.18元/m³。实施水肥一体化滴灌纯收益增加1 335~1 470元/hm²^[8]。还有研究表明, 喷施可以调节与改善土壤物理性状, 在一定程度上有利于大豆的光合作用, 提高其产量和水分的利用效率^[9]。但有关澳洲坚果水肥一体化技术的研究鲜有报道。因此, 对水肥一体化技术在澳洲坚果生产上的应用效果进行研究, 总结出一套适合澳洲坚果应用的水肥一体化技术方案, 以促进该技术更好的推广。

1 材料与方法

1.1 试验地点概况 试验在广西南亚热带农业科学研究所试验基地进行, 位于广西崇左市龙州县彬桥乡。果园面积33 hm², 主栽品种为桂热1号, 株行距6 m × 8 m。供试土壤基本性状为: 有机质55.89 g/kg, 碱解氮6.40 mg/kg, 速效磷0.21 mg/kg, 速效钾4.26 mg/kg。

1.2 试验材料 澳洲坚果“桂热1号”(由广西南亚热带农业科学研究所选育)。水肥一体化处理所用不同处理使用不同的肥料, 高质量的水溶性肥N-P-K分别为: 普通肥处理与传统施肥处理均为普通肥料, 普通肥的氮肥均由尿素(含N 46%)提供, 磷、钾肥采用高水溶性的磷酸二氢钾(含P₂O₅ 52%, K₂O 34%), 其中, 钾肥不足的部分由水溶性氯化钾(含K₂O 60%)补充。有机肥处理采用腐殖酸钾, 不足的用普通肥料补充。传统施肥处理中, 氮、磷和钾肥分别采用尿素(含

基金项目 国家重点研发计划(2016YFC0502406)。

作者简介 肖海艳(1990—), 女, 湖南邵阳人, 初级农艺师, 硕士, 从事果树选育与栽培研究。

收稿日期 2017-08-11

N 46%)、普通过磷酸钙(含 P_2O_5 12%)和水溶性氯化钾(含 K_2O 60%)。

1.3 试验设计 试验放6个处理,分别为水肥一体化环形滴灌高质肥(ADI)、环形滴灌有机肥(ADO)、环形滴灌普通

肥(ADC)、定点灌溉普通肥(FDC)、喷灌普通化肥(SIC)、常规施肥(CK)。基肥在采收果实后11月中旬左右施入,基肥是以优质农家肥为主拌上少量微量元素肥,每个处理都施,除基肥外,各个处理追肥方案详见表1。

表1 不同处理施肥量
Table 1 Fertilizer rates of different treatments

处理 Treatment		代码 Code	施肥量 Fertilizer rate //kg/株		
方法 Method	肥料 Fertilizer		N	P_2O_5	K_2O
环形滴灌 Annular drip irrigation	高质肥	ADI	0.23	0.18	0.62
环形滴灌 Annular drip irrigation	有机肥	ADO	0.23	0.18	0.62
环形滴灌 Annular drip irrigation	普通肥	ADC	0.23	0.18	0.62
定点灌溉 Fixed-point drip irrigation	普通肥	FDC	0.23	0.18	0.62
喷灌 Sprinkling irrigation	普通肥	SIC	0.23	0.18	0.62
常规施肥 Conventional fertilization	普通肥	CF	0.63	0.45	1.77

水肥操作处理均采用简易的水肥一体化施肥技术,即每次施肥前先将肥料溶于一定体积的纯水中,搅拌均匀,使其完全溶解,然后以相同流速缓慢滴入根冠下四周土壤(流速由相同大小的滴孔控制,环形滴灌把滴灌在滴水线处围绕成一圈,普通滴灌滴孔的位置设置在冠幅下距树体基部约0.5 m处)。该试验动态监测了果园传统施肥处理(农民习惯)的灌水量,并且将水肥一体化处理的用水量与传统施肥处理的灌水量保持一致,具体的体积数是根据每次传统灌溉时单株果树根系的平均用水量确定,为75~100 L/株,除此之外不再进行其他方式的灌溉补充。为了实现试验结果在处理间的可比性,所有处理肥料均分4次同期施入:基施(11月, N 24%, P_2O_5 33%, K_2O 43%)、花前肥(2月, N 26%, P_2O_5 16%, K_2O 4%)、谢花肥(翌年3月15日, N 26%, P_2O_5 17%, K_2O 11%)和保花保果肥(4月、6月10日, N 12%, P_2O_5 17%, K_2O 21%)。施肥方式为沟施后覆土。另外,果园剪枝、病虫害防治和疏花疏果等田间管理措施均与当地农民习惯保持一致。常规施肥在每个施肥阶段都须浇水,7.5 kg/株。

1.4 测定项目及方法 鲜果产量测定:8月底,果实成熟期分别对每株果树进行采摘、称重,并计算每个处理的产量。果实大小的测定:果实的横径(mm)和纵径(mm)采用游标卡尺进行测量,然后通过果实纵、横径的比值计算果形指数(V/H)。果实品质测定:送往广西检测中心检测脂肪、11-二十碳烯酸、油酸、棕榈油酸和蛋白质的含量。落果情况调查:对果穗进行挂牌,调查5—8月的落果数。

1.5 数据分析及计算 试验数据的整理和统计分析采用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS 22 软件进行。

2 结果与分析

2.1 水肥一体化技术对澳洲坚果产量的影响 总体来讲,采用水肥一体化技术不同处理均表现出增产效果,但因肥料和灌溉方式不同,其应用效果也存在差异(表2)。其中,喷灌普通化肥处理产量为6 428.4 kg/hm²,相比常规施肥增产最大,增产达24.87%。其次是环形滴灌高质肥、环形滴灌有机肥、环形滴灌普通肥,产量依次为6 045.6、5 969.7、5 893.8 kg/hm²,比常规施肥分别增产17.44%、15.96%、14.49%。这4个处理间产量没有显著性差异,但与定点滴灌

普通肥、常规灌溉施肥存在显著性差异。定点滴灌普通化肥增产效果不显著,与常规灌溉施肥相比,没有显著差异。

表2 水肥一体化技术对澳洲坚果产量的影响
Table 2 Effect of fertigation on *Macadamia integrifolia* yield

处理 Treatment	株产量 Yield per plant kg/株	平均产量 Average yield kg/hm ²	增产 Increasing compared with CF kg/hm ²	增幅 Increasing percentage compared with CF //%
ADI	18.32 ± 1.11 a	6 045.6	897.6	17.44
ADO	18.09 ± 0.46 a	5 969.7	821.7	15.96
ADC	17.86 ± 1.98 a	5 893.8	745.8	14.49
FDC	15.66 ± 0.24 b	5 167.8	19.8	0.38
SIC	19.48 ± 0.25 a	6 428.4	1 280.4	24.87
CF	15.60 ± 0.18 b	5 148.0	—	—

注:表中同列不同字母表示0.05水平差异显著

Note: Different letters in the same column mean significant difference at 0.05 level

2.2 水肥一体化技术对果实品质的影响

2.2.1 水肥一体化技术对果实大小的影响。 澳洲坚果的大小是影响市场价格的重要因素,壳果越大,市场越好,因此,广大果农十分重视澳洲坚果的大小。水肥一体化技术不同处理对澳洲坚果大小影响如表3所示。青皮果的纵径差异性没有达到显著水平,青皮果横径存在一定的差异性,其中横径最大的是环形滴灌有机肥处理,它与定点滴灌普通肥、环形滴灌普通肥没有显著性差异,但是与环形滴灌高质肥、喷灌普通肥、常规施肥存在显著性差异。说明采用水肥一体化技术能有改善果实青皮果大小的趋势。在壳果大小方面,效果最佳的是环形滴灌有机肥,壳果纵径中,它与环形滴灌普通肥、定点滴灌普通肥没有显著性差异,但是与环形滴灌高质肥、喷灌普通肥、常规施肥存在显著性差异;三者都与常规施肥存在显著差异性。壳果横径中,它与定点滴灌普通肥、环形滴灌普通肥、环形滴灌高质肥没有显著性差异,但是与喷灌普通肥、常规施肥存在显著性差异。三者都与常规施肥对照存在显著差异性。在果型指数方面(表4),青皮果中常规施肥处理的果型指数最大,与环形滴灌高质肥、环形滴灌有机肥、喷灌没有显著差异性,但是与环形滴灌普通肥、定点滴灌普通肥有显著差异性。壳果中,环形滴灌有机肥处理的果型指数最大,但是各处理间差异性没有达到显著水平。

表 3 水肥一体化技术对坚果大小的影响

Table 3 Effect of fertigation on *Macadamia integrifolia* size

处理 Treatment	青皮果纵径 Vertical diameter of fruit peel	青皮果横径 Transverse diameter of fruit peel	壳果纵径 Vertical diameter of dry fruit	壳果横径 Transverse diameter of dry fruit
ADI	36.479 ± 1.79 a	32.994 ± 0.67 b	25.682 ± 0.63 bc	26.535 ± 1.00 abc
ADC	36.888 ± 0.82 a	33.690 ± 0.68 ab	26.215 ± 0.88 ab	27.077 ± 0.52 ab
ADO	37.576 ± 1.01 a	34.128 ± 1.40 a	26.629 ± 1.43 a	27.258 ± 1.37 a
FDC	37.024 ± 0.90 a	33.888 ± 0.82 ab	26.099 ± 0.75 ab	27.166 ± 1.09 ab
SIC	35.870 ± 1.66 a	32.081 ± 0.92 bc	25.477 ± 0.95 bc	26.313 ± 1.19 bc
CF	36.476 ± 1.54 a	32.169 ± 0.80 c	25.106 ± 1.02 c	25.770 ± 0.82 c

注:表中同列不同字母表示 0.05 水平差异显著

Note: Different letters in the same column mean significant difference at 0.05 level

表 4 水肥一体化技术对果型指数的影响

Table 4 Effect of fertigation on fruit shape index

处理 Treatment	青皮果 Fruit peel	壳果 Dry fruit
ADI	1.11 ab	0.97 a
ADC	1.09 b	0.97 a
ADO	1.10 ab	0.98 a
FDC	1.09 b	0.96 a
SIC	1.12 ab	0.97 a
CF	1.13 a	0.97 a

注:表中同列不同字母表示 0.05 水平差异显著

Note: Different letters in the same column mean significant difference at 0.05 level

表 6 水肥一体化技术对落果的影响

Table 6 Effect of fertigation on fruit drop

处理 Treatment	落果数 Fruit drop//个	落果减少百分率 Decreasing percentage of fruit drop//%
ADI	1.419 ± 0.45 a	14.88
ADC	1.578 ± 0.62 a	5.34
ADO	1.265 ± 0.36 a	24.11
FDC	1.646 ± 0.91 a	1.26
SIC	1.625 ± 0.87 a	2.52
CF	1.667 ± 0.86 a	

注:表中同列不同字母表示 0.05 水平差异显著

Note: Different letters in the same column mean significant difference at 0.05 level

2.2.2 水肥一体化技术对果实内在品质的影响。采用水肥一体化技术对不同处理澳洲坚果内在品质的影响如表 5 所示。结果表明,与传统施肥相比,水肥一体化对澳洲坚果脂肪含量的影响变化范围为 -1.58% ~ 1.05%,脂肪含量总体变化不大;11-二十碳烯酸的含量变化范围为 -27.27% ~ 9.09%,变化范围较大;油酸含量增加 0.43% ~ 3.23%,呈现出增加的趋势;棕榈油酸含量变化幅度为 -8.59% ~ 5.47%;蛋白质含量降低 0.99% ~ 8.91%,所有处理均呈现下降的趋势。

表 5 水肥一体化技术对坚果内在品质的影响

Table 5 Effect of fertigation on interior quality of *Macadamia integrifolia* %

处理 Treatment	脂肪含量 Fat content	11-二十碳烯酸 11-gadoleic acid	油酸 Oleic acid	棕榈油酸 Palmitoleic acid	蛋白质 Protein
ADI	75.9	1.2	47.0	11.8	10.00
ADO	75.9	0.9	47.8	12.6	9.20
ADC	74.7	1.1	46.6	11.7	9.67
FDC	76.1	0.8	47.9	13.5	9.74
SIC	76.7	0.9	47.9	13.4	9.94
CF	75.9	1.1	46.4	12.8	10.10

注:表中同列不同字母表示 0.05 水平差异显著

Note: Different letters in the same column mean significant difference at 0.05 level

2.3 水肥一体化技术对落果的影响 澳洲坚果落果比较严重,水肥一体化技术对落果有一定的影响,但是没有达到显著水平。试验结果如表 6 所示,落果最少的环形滴灌有机肥处理与常规施肥相比,落果减少 24.11%,其次是环形滴灌高质肥处理、环形滴灌普通肥处理、喷灌普通肥处理、定点滴灌普通肥处理,减少率分别为 14.88%、5.34%、2.52%、1.26%;但所有处理差异都没有达到显著水平。

2.4 水肥一体化技术对澳洲坚果经济效益的影响 水肥一体化技术对澳洲坚果经济效益的影响直接关系到果农的切身利益,一直以来是广大果农最感兴趣和最关注的问题。对澳洲坚果园进行效益成本分析,由表 7 可知,果园经济效益的增加可通过减少肥料投入和坚果增产两方面获得,其中,因澳洲坚果增产而增加的收益对总收益的贡献更大。

表 7 水肥一体化对经济效益的影响

Table 7 Effect of fertigation on economic benefits 万元/hm²

处理 Treatment	产出效益 Output benefit	投入成本 Cost	利润 Profit	利润增加量 Increasing compared with CF
ADI	9.67	1.16	8.52	2.01
ADO	9.55	1.26	8.29	1.78
ADC	9.43	1.02	8.41	1.90
FDC	8.27	0.93	7.34	0.83
SIC	10.28	1.03	9.26	2.75
CF	8.24	1.73	6.51	

注:果实单价 16 元/kg,劳动力成本按照当地价格,肥料价格按照当时的市场价格计算

Note: Fruit price was 16 yuan/kg, labor cost was the local price, fertilizer price was market price

总体而言,应用水肥一体化技术可以明显提高澳洲坚果果园的经济效益,但不同处理的增效幅度不同。其中经济效益增加最多的是喷灌普通化肥处理,利润增加了 2.75 万元/hm²,其次是环形滴灌高质肥,增收 2.01 万元/hm²,次之是环形滴灌普通肥、环形滴灌有机肥,分别增收 1.90 万、1.78 万元/hm²;但是定点滴灌普通肥处理只增加了 0.83 万元/hm²。

3 讨论

大量研究表明,水肥一体化技术能够有效地解决传统施肥方式下水肥供应不协调的问题,明显提高养分和水分的利用效率,同时也有助于降低果园的养分流失量^[10-12]。有报道指出,采用水肥一体化技术可以使果园节省氮肥约

30%^[13]。又有研究表明,应用水肥一体化技术可以使氮的流失量大大减少,比例可达45.2%~56.4%^[14]。该研究中,对照传统灌溉施肥,采用水肥一体化技术节省氮肥达到60%。另外,水肥一体化技术可在提高养分利用效率的同时明显提高作物产量^[10,15-16]。采用水肥一体化技术能增加澳洲坚果产量,增幅因处理不同而有所不同,最高增产达24.87%。但是定点滴灌普通化肥处理增幅不明显,仅有0.38%,并未表现出显著的增产效果,这可能是果树根系比较发达,而定点滴灌使得肥料都在局部,肥料未充分地地被根系吸收,达不到理想的效果。目前,关于水肥一体化技术对水果品质影响的结论并不统一。Alva等^[17]研究表明,在水肥一体化技术条件下,柑橘品质有所改变。然而,彭良志等^[18]在连续6年的研究中发现,采用水肥一体化技术对柑橘品质没有显著性影响。在该研究条件下,与常规施肥相比,不同处理下的水肥一体化对脂肪含量的影响变化不大,范围为-1.58%~1.05%;对11-二十碳烯酸含量的影响很大,变化幅度为-27.27%~9.09%;油酸含量变化偏大,呈现出增加的趋势,增幅0.43%~3.23%;棕榈油酸的含量变化较大,变幅为-8.59%~5.47%;蛋白质的含量变化偏大,呈现下降的趋势,降低0.99%~8.91%;水肥一体化技术对内含物的含量有一定的影响,有增加也有降低,但是该研究只针对几种内含物的含量进行测定,其他的物质含量还有待于进一步研究。路永莉等^[7]研究表明,采用水肥一体化技术有增加苹果单果重和改善果形指数的趋势,但差异均未达到显著性水平。该研究条件下,在澳洲坚果果园,不同处理下的水肥一体化技术有增加果实趋势,没有达到显著水平;但未增加果型指数,相反,青皮果的果型指数有下降的趋势。其中的机理还需进一步探究。在该试验中,应用水肥一体化技术可以减少澳洲坚果的落果量。落果量最多可以减少24.11%,这可能是因为环形滴灌使得养分充分吸收,有机肥更加有利于保果。

在该试验条件下,应用水肥一体化技术可以提高果园的经济效益。与传统施肥相比,不同处理均表现出增产增收,经济效益最高可达10.28万元/hm²,最高增收达2.75万元/hm²,最少增收仅0.83万元/hm²。不难发现,不同处理下经济效益增幅较大差异主要是由产量水平决定。

4 结论

研究不同处理下水肥一体化技术在澳洲坚果生产上的

应用效果,其中效果最好的是环形滴灌有机肥处理,灌溉方式为环形滴灌,施肥时间为上年11月、2月、3月、4月、6月,施肥种类是以有机肥(水溶性黄腐酸钾)为主,配以少量的普通化肥。该处理下,产量为5969.7 kg/hm²,与对照相比,增产15.96%,青皮果果实纵径为37.576 mm,横径为34.128 mm,壳果纵径26.629 mm,横径为27.258 mm;落果减少率可达24.11%,经济效益可达9.55万元/hm²,成本1.26万元/hm²,对比常规施肥,利润增加1.78万元/hm²。水肥一体化技术——环形滴灌有机肥能达到更为显著的增产、增效、减少落果、提高果实大小和环境友好的生产目的。

参考文献

- [1] 杜丽清,冯明宏,曾辉,等. 澳洲坚果果仁营养成分分析[J]. 营养学报, 2010,32(1):95-96.
- [2] 巫淼鑫,郭国英,韩瑛,等. 6种食用植物油及其生物柴油中脂肪酸成分的比较研究[J]. 中国油脂,2003,28(12):65-66.
- [3] 刘朝晖,范稚莲,何龙飞,等. 不同灌溉方式对香蕉产量和品质的影响[J]. 广西农业科学,2009,40(11):1471-1472.
- [4] 臧小平,邓兰生,郑良永,等. 不同灌溉施肥方式对香蕉生长和产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(2):485-486.
- [5] 于舜章. 山东省设施黄瓜水肥一体化滴灌技术应用研究[J]. 水资源与水工程学报,2009,20(6):174-176.
- [6] 张子鹏,陈仕军. 水肥一体化滴灌技术在大田蔬菜生产上的应用初报[J]. 广东农业科学,2009(6):89-90.
- [7] 路永莉,白凤华,杨宪龙,等. 水肥一体化技术对不同生态区果园苹果生产的影响[J]. 中国生态农业学报,2014,22(11):1283-1285.
- [8] 屈玉玲,胡朝霞,李武. 棉花应用水肥一体化技术的试验研究[J]. 山西农业科学 2007,35(9):42-43.
- [9] 宿庆瑞,迟凤琴,李茂松,等. 大豆抗旱节水生理及水肥一体化栽培技术研究初报[J]. 中国农学通报,2006,22(8):226-228.
- [10] 李伏生,陆中年. 灌溉施肥的研究和应用[J]. 植物营养与肥料学报, 2000,6(2):233-240.
- [11] AGRAWAL N, AGRAWAL S. Effect of different levels of drip irrigation on the growth and yield of pomegranate under Chhattisgarh region [J]. Orissa journal of horticulture, 2007,35:38-46.
- [12] HAGIN J, LOWENGART A. Fertiligation for minimizing environmental pollution by fertilizers [J]. Fertilizer research, 1995,43(1/3):5-7.
- [13] KLEIN I, LEVIN I, BAR-YOSEF B, et al. Drip nitrogen fertigation of 'Starking Delicious' apple trees [J]. Plant and soil, 1989,119(2):305-314.
- [14] 黄丽华,沈根祥,钱晓璐,等. 滴灌施肥对农田土壤氮素利用和流失的影响[J]. 农业工程学报,2008,24(7):49-53.
- [15] MOHAMMAD M J, ZURAIQI S. Enhancement of yield and nitrogen and water use efficiencies by nitrogen drip-fertigation of Garlic [J]. Journal of plant nutrition, 2002,26(9):1749-1766.
- [16] 刘虎成,徐坤,张永征,等. 滴灌施肥技术对生姜产量及水肥利用率的影响[J]. 农业工程学报,2012,28(S1):106-111.
- [17] ALVA A K, PARAMASIVAM S. Nitrogen management for high yield and quality of citrus in sandy soils [J]. Soil science society of American journal, 1998,62(5):1335-1342.
- [18] 彭良志,淳长品,江才伦,等. 滴灌施肥对“特罗维它”甜橙生长结果的影响[J]. 园艺学报,2011,38(1):1-6.

科技论文写作规范——工作单位

在圆括号内书写作者的工作单位(用全称)、城市名及邮政编码。若为外国的工作单位,则加国名。多个作者不同工作单位时,在名字的右上角分别加注“1”“2”,和地址前注“1.”“2.”。