

# 豆科牧草和灌木在元谋干热河谷小流域 综合治理的应用研究<sup>\*</sup>

龙会英<sup>1</sup>, 金杰<sup>1</sup>, 张德<sup>1</sup>, 史亮涛<sup>1</sup>, 张明忠<sup>1</sup>, 朱红业<sup>2</sup>

(1. 云南省农业科学院 热区生态农业研究所, 云南 元谋 651300; 2. 云南省农业科学院 科研管理处, 昆明 650231)

**摘 要:**根据干热河谷金雷小流域水土流失严重, 土壤退化, 肥力低等现状, 利用热带牧草具有饲养牲畜、改良土壤及保持水土功能, 开展热带牧草在金雷小流域综合治理的应用研究。结果表明: 果草复合高效栽培模式中, 龙眼园行间种植柱花草, 其培肥改土效果是显著的, 随着种植年限增加, 土壤中有机质、速效磷、速效钾、碱解氮值含量逐年增加; 植物篱埂应用模式中, 在农闲旱地地埂种植灌木南洋樱为生物篱埂, 具有一定保水培肥效果, 农作物横坡种植, 水土流失得到有效控制, 侵蚀模数减少了 12 986.8(t/km<sup>2</sup>·a), 水土流失减少率 76.02%, 鲜叶作为绿肥其培肥改土效果是显著的; 庭院经济种草养兔模式中, 开展几种鲜草混合饲喂肉兔效果及经济效益研究, 饲喂新西兰肉兔, 菊苣的适口性最好, 饲喂效果较好, 适宜在干热区扩大种植, 发展肉兔养殖。

**关键词:**豆科牧草和灌木; 干热河谷; 小流域; 综合治理

中图分类号:S157; X171.4

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2010)02-0254-05

## The Application Research of Leguminous Forage and Shrub Used in the Comprehensive Control of Small Watershed in the Arid-hot Valleys of Yuanmou, Yunnan Province

LONG Hui-ying<sup>1</sup>, JIN Jie<sup>1</sup>, ZHANG De<sup>1</sup>, SHI Liang-tao<sup>1</sup>, ZHANG Ming-zhong<sup>1</sup>, ZHU Hong-ye<sup>2</sup>

(1. Institute of Tropical Ecological Sciences, Yunnan Academy of Agriculture Sciences, Yuanmou, Yunnan 651300, China; 2. Science and Technological Division, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650231, China)

**Abstract:** According to the present situations of severe soil and water loss, heavy soil degradation and low soil fertility in Jinlei small watershed of arid-hot valleys, we developed an application research on the comprehensive control of the Jinlei small watershed by the use of the tropical forage and shrub's functions in livestock to feed, soil improvement and soil and water conservation. And the research results showed as follows: Intercropping of *Dimorcarpus longgana* Lour. and *Stylosanthes guianensis* improved soil quality significantly. With plant aged, soil organic matter and available N, P and K increased accordingly year by year. To plant *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. as hedgerows on arable land could prevent soil erosion to some extent and increase soil quality. The cross slope planting could decrease 76.02% of soil and water loss and the erosion modulus decreased 12 986.8 t/(km<sup>2</sup>·a), It was good for improve soil quality to plough into fresh leaf of *Gliricidia sepium* (Jacq.); To feed rabbit with several mixed fresh forage made economic benefits in courtyard economy. Study on the effects and economic benefits of feeding New Zealand meat rabbits with the *Cichorium Inlybus* showed that its dainty characteristic was the best choice and *Cichorium Inlybus* also had good feeding effect, all of which meant that *Cichorium Inlybus* was suitable to expand its planting area to develop meat rabbit feeding.

**Key words:** Leguminous forage and shrub; Arid-hot valleys; small watershed; integrated control

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2009-11-03

基金项目: 国家科技支撑计划 (2008BADB3B08); 云南省自然科学基金 (2008CD182) 国家“十一五”科技支撑计划项目“2006BAC01A11”。

作者简介: 龙会英 (1965 - ), 女, 云南蒙自人, 副研究员, 主要从事热区农业资源利用研究及干热河谷生态恢复技术示范。E-mail: yn-huiying12003@sina.com

通信作者: 朱红业 (1966 - ), 男, 副研究员, 主要从事农业生态与环境方面的研究。E-mail: hongyeshu@msn.com

元谋干热河谷高温干旱,水土流失严重,生态环境退化,生态环境的退化造成大量的表土被冲蚀,土层变薄,土地生产力降低,土壤肥力低<sup>[1-2]</sup>,生态环境脆弱,不合理的开发利用使本区成为土壤退化严重的地区之一<sup>[3]</sup>。元谋金雷小流域水土流失严重,水土流失加剧了水土资源的匮乏,旱坡地多,优质地少,水土资源成为制约本区发展的瓶颈。研究结果表明,该流域治理前部分研究区年径流模数高达 37.88 万 m<sup>3</sup>/(km<sup>2</sup>·a),土壤侵蚀模数高达 17 082.1 t/(km<sup>2</sup>·a),为剧烈侵蚀<sup>[4]</sup>。小流域综合治理已成为我国水土保持生态建设的一条重要技术路线,为改善我国水土流失地区生态环境、发展农村经济、促进经济社会可持续发展做出了显著的贡献<sup>[5]</sup>,其目标建设生态良好、生产发展、生活富裕的和谐小流域上来<sup>[6]</sup>。我国对小流域综合治理的水土保持效果作过较多的研究,利用综合治理措施进行植被恢复,能显著地减少严重侵蚀地的水土流失。因此,开展小流域综合治理,实现小流域的可持续发展,是本区可持续发展的选择。为此,云南省农业科学院热区生态农业研究所在长期的生态治理研究中,通过国家“八五”、“九五”、“十五”及“十一五”生态恢复与治理项目的实施,总结了一些适应本区的生态综合治理技术和模式。草灌植物是元谋干热河谷的主要自然覆盖植被<sup>[7-8]</sup>,在本区乃至整个长江流域的生态环境治理与恢复及庭院经济(畜牧业)发展中占据一定的地位。利用草被具有饲喂牲畜,保持水土,改善土壤结构,增进土壤肥力等作用<sup>[9]</sup>,开展热带牧草在元谋干热河谷小流域综合治理的应用研究,为干旱及半干旱地区的小流域综合治理提供理论依据和实践指导。

## 1 试验对象与方法

### 1.1 试验区概况

金雷小流域位于元谋县黄瓜园镇,属典型金沙江干热河谷气候,海拔 1 060 m,年平均气温 22℃,年日照时间为 2 670.4 h,最热月(6 月)28.5℃,最冷月(12 月)15.9℃,10 年均积温为 8 552.7℃;年均降雨量为 645 mm,年降雨量低,但雨季较为集中,5-10 月降雨量占全年 94.6%,年蒸发量为降雨量的 4 倍。流域共有土地面积 1 934.67 hm<sup>2</sup>,其中耕地总面积 246.84 hm<sup>2</sup>,林地 1 332.6 hm<sup>2</sup>,退化荒山荒地 170.5 hm<sup>2</sup>,其他面积 184.7 hm<sup>2</sup>。荒山荒坡主要植被类型以野生草本植被为主,包括扭黄茅(*Heteropogon contortus*)、三芒草(*Aristida adscensionis*)、叶下珠(*Phyllanthus urinaria*)等<sup>[10]</sup>,流域

内作物种植种类主要是水稻、蔬菜、西瓜、甘薯、花生、玉米和部分果树。土壤沙性,大多为燥红土。部分样地 0-20 cm 土层有机质质量分数 0.838%,全氮质量分数 0.072%,速效磷 35.9 mg/kg,速效钾 103.0 mg/kg,pH 值 7.11。20-40 cm 土层有机质质量分数 0.508%,全氮质量分数 0.086%,速效磷 40.9 mg/kg,速效钾 132.00 mg/kg,pH 值 7.24。干旱缺水,降雨分配不均,水资源总量严重不足。据初步测算,近似“土林”的严重水土流失区面积占全流域近 60%,生态环境退化日趋恶化,土壤退化是小流域目前存在的最大生态问题。

### 1.2 试验设计

1.2.1 果草复合高效栽培试验区建植 试验点选在流域内羊开窝基地人工生态恢复乔草复合模式示范区。选用优良豆科牧草柱花草(*Stylosanthes guianensis*),在龙眼(*Dimocarpus longgana* Lour.)幼果园行间种植柱花草 3 行,1 行未种植。柱花草距龙眼树 150 cm,株行距 50 cm×50 cm。柱花草生长季节刈割饲喂山羊。

1.2.2 植物篱埂与旱地水土保持试验区建植 试验点选择在流域内的小新村旱坡地生物篱埂与旱地水土保持种植示范区。2004-2007 年在旱坡地地埂品字型种植速生的豆科灌木南洋樱[*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.]2 000 余株作为植物篱,株距 40~50 cm。农作物(甘薯、花生和玉米等)横坡种植。

1.2.3 庭院经济种草养兔试验区几种鲜草混合饲喂肉兔效果及经济效益研究 试验点选择在流域内的小新村村民家。用新罗顿豆(*Neonotonia wightii*)、热研 2 号柱花草(*Stylosanthes guianensis* CV. Reyan No. 2)、菊苣(*Cichorium intybus*)、甘薯藤(*Ipomoea batatas*)鲜草分别与坚尼草(*Panicum maximum*)鲜草混合饲喂肉兔效果研究。选择大小相近、健康的新西兰肉兔 24 只,平均体重为 3.037 kg。A:坚尼草+新罗顿豆;B:坚尼草+柱花草;C:坚尼草+菊苣;CK:坚尼草+甘薯藤 4 个处理组。每天分 6:30-7:00、12:30-1:00、18:30-19:00 三个时间段饲喂肉兔。试验分预备试验期和正式试验期,预试期为 10 d,正试期为 30 d。

### 1.3 观测指标与测试方法

#### 1.3.1 果草复合高效栽培试验区

(1)间作柱花草改良土壤效应。试验地在种植柱花草前和种植 2 a 后 S 型采集土壤样品,土壤养分测定数据由农业部农产品质量监督检验测试中心提供。

(2) 单作与间作经济效益分析。重量法测定龙眼和柱花草产量。每公顷单作样地经济效益 = 龙眼产量(kg) × 8.00 元/kg, 每 1 hm<sup>2</sup> 间作样地经济效益 = 龙眼产量(kg) × 8.00 元/kg + 柱花草产量(kg) × 0.340 3 元/kg。

1.3.2 植物篱埂与旱地水土保持试验区

(1) 植物篱埂保持坡地水土效应。在旱坡地地埂种植南洋樱, 形成植物篱南洋樱—农作系统和侵蚀沟边模式, 农作物(甘薯、花生和玉米等)横坡种植。建立水土流失自动监测站, 采用数字式浮子水位增量编码器, 全自动径流泥沙水样取样器, 观测控制面积为 6 hm<sup>2</sup>。

径流模数通过水位仪测出整个治理区总径流量, 再根据汇水面积计算径流模数。

侵蚀模数通过取样器, 定量收集每次径流混合泥沙样, 用烘干法测泥沙含量, 计算总泥沙流失量, 再根据水土流失面积折算土壤侵蚀模数。1 年的土壤侵蚀模数为单次土壤侵蚀模数之总和。

(2) 植物篱埂南洋樱改良坡地土壤效应。在南洋樱生长超过 1.5 m 时, 离地 50 cm 刈割, 将其叶片从茎上分离, 然后将带叶柄的叶均匀的施在沟里, 随后翻耕入土壤中, 入土深 10 - 20 cm, 压青 2 a 后 S 型采集土壤样品, 土壤养分测定数据由农业部农产品质量监督检验测试中心提供。

1.3.3 庭院经济种草养兔试验区几种鲜草混合饲喂肉兔效果及经济效益 肉兔对各种鲜草的采食率: 不同鲜草采食率 = (饲喂量 - 剩余量)/饲喂量 × 100 %、肉兔日饲喂量和实际采食量、肉兔对各混合饲草的消化率: 消化率 = (日采食饲草量 - 日排粪量)/日采食饲草量 × 100 %、肉兔饲料报酬。

1.3.4 数据来源和处理

试验数据统计用 Microsoft Excel 软件处理。用手持 GPS 测定仪测定试验区海拔、北纬和东经。试验地种植前的土壤养分测定数据由农业部农产品质量监督检验测试中心(昆明)提供。气象要素由元谋县气象局提供。

表 1 龙眼园间作柱花草样地与未间作样地 2 年后土壤养分比较

土层/cm	处理	有机质/%	碱解氮/ (mg · kg <sup>-1</sup> )	速效磷/ (mg · kg <sup>-1</sup> )	速效钾/ (mg · kg <sup>-1</sup> )
0 - 20	间作样地	0.836	61.2	12.10	74.20
	单作样地	0.409	38.4	7.55	62.50
	两者之差	0.427	22.8	4.55	11.70
20 - 40	间作样地	0.565	60.5	14.40	43.90
	单作样地	0.280	36.9	11.40	35.70
	两者之差	0.285	23.6	3.00	8.20

表 2 龙眼单作与龙眼 - 柱花草间作经济效益比较

项目	柱花草鲜产量/ (kg · hm <sup>-2</sup> )	龙眼产量/ (kg · hm <sup>-2</sup> )	经济效益/ (元 · hm <sup>-2</sup> )	间作与单作比较/ (元 · hm <sup>-2</sup> )
间作样地	32001.0	1311.0	21378.0	10062.0
单作样地	0	1414.5	11316.0	

2 结果与分析

2.1 果草复合高效栽培试验区

2.1.1 种植柱花草改良土壤效应 间套作能较好地利用作物的高低、生长期差异, 使光、热、水、土资源得到充分利用, 提高复种指数和农产品的产出率, 使种植业向集约经营、高效产出方向发展<sup>[12]</sup>。龙眼园行间种植柱花草, 充分利用了土地, 达到以园养园、减少单作风险的目的。由表 1 可看出, 在龙眼行间种植柱花草 2 a 后, 龙眼园的土壤养分得到提高, 种植柱花草样地 0 - 20 cm 土层土壤养分高于未种植样地分别为: 有机质 0.427 %、碱解氮 22.8 mg/kg、速效磷 4.55 mg/kg、速效钾 11.70 mg/kg。种植柱花草样地 20 - 40 cm 土层土壤养分高于未种植

样地分别是: 有机质 0.285 %、碱解氮 23.6 mg/kg、速效磷 3.00 mg/kg、速效钾 8.20 mg/kg。说明柱花草其根瘤可以固氮, 改良土壤, 提高土壤肥力, 见表 1。

2.1.2 单作样地与间作样地经济效益比较 从表 2 可看出, 作物种植 2 年, 龙眼单作公顷产值为 11 316.0 元, 龙眼 + 柱花草复合模式可实现公顷产值 21 378.0, 比龙眼单作提高 47.1 %。进一步说明间作体系一方面有效利用果园光、能及空地, 提高了土地单位面积的生产力; 另一方面减少作物单作风险, 达到土地持续利用与发展。

2.2 植物篱埂与旱地水土保持试验区

2.2.1 种植植物篱埂对旱地保水效应 从表 3 可以看出, 监测区建立地埂植物篱 - 农作系统和侵蚀

沟边种植,农作物(甘薯、花生和玉米等)横坡种植,能有效减少监测区土壤水土流失,生态得到有效恢复,3 年能使地表径流减少了 167 470.87 m<sup>3</sup>,径流模数减少了 29.13 万 m<sup>3</sup>/(km<sup>2</sup>·a),减少率 76.90%。减少土壤流失 12 986.8 t/(km<sup>2</sup>·a),减少率 76.02%。

表 3 水土流失治理效益					
年份	径流模数/ (m <sup>3</sup> ·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	减少率/ %	侵蚀模数/ (t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	减少率/ %	侵蚀 强度
2004	37.88 万	-	17082.1	-	剧烈
2006	8.75 万	76.90	4095.3	76.02	中度

2.2.2 种植植物篱埂对旱坡地改良土壤效应 从表 4 可以看出,在南洋樱植物地埂围篱的地块施入南洋樱鲜叶 1 000 kg/hm<sup>2</sup>,通过亚青处理 2 a 后,与未施入地块的对此,0-15 cm 土层土壤有机质增加 0.22%、水解氮增加 1.8 mg/kg、有效磷增加 0.12 mg/kg、有效钾增加 7.9 mg/kg;15-20 cm 土层土壤有机质增加 0.15%、水解氮增加 2.2 mg/kg、有效磷增加 0.23 mg/kg、有效钾增加 17.3 mg/kg。表明压青后的枝叶还田及腐根枯落物能改善土壤结构,土壤的有机质、有效磷和有效钾均有所增加,有效提高了土壤肥力。

表 5 几种鲜草混合饲喂肉兔效果及经济效益							
处理 牧草混合方式	A		B		C	CK	备注
	新罗顿豆 + 坚尼草		柱花草 + 坚尼草		菊苣 + 坚尼草	甘薯 + 坚尼草	
	新罗顿豆 + 坚尼草	柱花草 + 坚尼草	菊苣 + 坚尼草	甘薯 + 坚尼草			
干草采食量[ g/ (只 · d) ]	205.2	195.9	184.3	197.3	注:兔粪产量比较标准误为 $SE =$		
产生兔粪量[ g/ (只 · d) ]	94.6a	112.2a	61.9b	79.6a	10.6;消化率比较标准误为 $SE =$		
饲草消化率/ %	53.89a	42.74b	66.41a	59.65a	5.31;同列不同字母表示差异显著。		
平均日增量( g/ 只)	6.7b	6.2b	16.2a	12.9ab	注 5:平均日增重比较标准误为 $SE =$		
料 肉比	30.6 1a	32.0 1a	11.6 1b	16.0 1b	1.8;料肉比比比较标准误为 $SE =$		
经济	毛利/ 元	0.77	0.67	2.09	1.48	3.373;同列不同字母表示差异显著。	
效益	增收与对照相比/ %	51.86	45.51	140.68	100.00		

3 小 结

试验表明:在小流域综合治理中,种植热带牧草具有保持水土、改良土壤、增加农村经济效益。(1)在幼龄龙眼行间种植优良豆科牧草柱花草 2 a,间种样地土壤的有机质、速效磷、速效钾及碱解氮的含量均比单作样地高,有效的改良了土壤,提高了土壤肥力,同时也提高了单位面积产量。进一步说明在干热河谷特殊区域中,进行果-草复合高效栽培是该区发展果园经济的新理念,也是干热河谷

表 4 施入南洋樱鲜叶 1000 kg/hm <sup>2</sup> 的土壤养分增加量					
土层/ cm	有机质/ %	碱解氮/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	有效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	
0-15	0.22	1.8	0.12	7.9	
15-30	0.15	2.2	0.23	17.3	

2.3 庭院经济种草养兔试验区几种鲜草混合饲喂肉兔效果及经济效益

在庭院经济种草养兔试验区开展几种鲜草混合饲喂肉兔效果及经济效益研究表明:肉兔对不同混合的各饲草的采食率从低到高顺序为坚尼草(55.3%)<柱花草(68.6%)<新罗顿豆(76.2%)<甘薯藤(83.0%)<菊苣(91.5%);肉兔对新罗顿豆+坚尼草、菊苣+坚尼草、甘薯藤+坚尼草混合饲草的消化率间差异不显著,均与柱花草+坚尼草混合饲草消化率差异显著;菊苣+坚尼草混合饲喂肉兔平均日增重及利用率较高,分别与新罗顿豆+坚尼草、柱花草+坚尼草混合差异显著,与甘薯藤+坚尼草混合差异不显著,新罗顿豆+坚尼草、柱花草+坚尼草混合饲喂肉兔平均日增重及利用率均与甘薯藤+坚尼草混合差异显著;菊苣+坚尼草混合饲喂肉兔在经济效益方面最佳,比甘薯藤+坚尼草高 40.68 元。饲喂新西兰肉兔,菊苣的适口性最好,饲喂效果较好,适宜在干热区扩大种植,发展肉兔养殖,见表 5。

植被恢复水土保持的重要模式。通过果园果草复合种植,既提高果园的总经济产出,又能保持水土,增加土壤有机质而改良土壤,起到免耕保育土壤的作用。但对于成龄果园内热带牧草的选择及果草模式的配置还需要做进一步的研究。(2)地埂是宝贵的土地资源,合理开发利用地埂,在地埂上因地制宜地种植耐旱、适应性强、生长迅速、保持水土的果、饲草等,可以巩固地埂,减轻侵蚀,提高土地的利用率<sup>[13]</sup>。有研究表明,营造等高固氮植物篱 3 a 后,地表径流、土壤侵蚀得到极大改

善<sup>[14]</sup>。同时大量的枝叶还田及腐根枯落物有效改善土壤结构,提高土壤肥力,能有效提高土壤有机质、全氮含量、作物普遍增产<sup>[15]</sup>。在干热河谷旱地地埂种植南洋樱为植物篱,农作物(甘薯、花生和玉米等)实行横坡种植,可有效减少和控制监测区水土流失,保持了水土,监测区地表径流和径流模数减少,与他人的研究相符合。利用新鲜叶片作为绿肥,通过压青处理,可有效提高土壤肥力。

(3) 农民利用房前屋后的空闲地从事庭院开发,可以使闲散的劳动力和有限的土地资源得到有效利用,做到人尽其才、地尽其力、物尽其用<sup>[16]</sup>。在区域庭院间开展种草养兔,可有效利用庭院空间,采取多层笼养饲养,饲草科学配比饲喂,有利提高村民的经济收入,增加区域农业农村经济。但是,庭院经济要实行集约经营,在庭院范围内密集劳力、资金和技术,尤其增加科技含量,提高单位面积产出。在养殖业,宜采取多层笼养等密集饲养,科学配料,精心饲养管理等,提高成活率和出栏率,增加农民收入。

#### 参考文献:

- [1] Long Huiying, Sha Yucang, Zhu Hongye, et al. Selection of Adaptive Grass and Shrub and Their Planting Benefits in the Arid Hot Valleys of Yuanmou[J]. Wuhan University Journal of Natural Sciences, 2008, 3: 317-323.
- [2] 龙会英,朱红业,金杰,等. 优良热带牧草在云南元谋干热河谷区域试验研究[J]. 热带农业科学, 2008(4): 41-46.
- [3] 纪中华,黄兴奇. 干热河谷生态恢复研究[M]. 昆明:云南科技出版社, 2007.
- [4] 史亮涛,金杰,江功武,等. 金沙江干热河谷区农户参与式小流域综合管理浅析:以元谋小新村为例[J]. 西南农业学报, 2008(6): 41-46.
- [5] 刘刚才,游翔,张建辉,等. 紫色土丘陵区小流域综合治理对水土保持的作用[J]. 山地学报, 2007(5): 590-595.
- [6] 李文训. 山东省小流域综合治理模式研究[D]. 济南:山东师范大学, 2008.
- [7] 冯光恒,张映翠,杨艳鲜,等. 元谋干热河谷优势草灌资源[J]. 国土与自然资源研究, 2005(1): 92-94.
- [8] 龙会英,张德,沙毓沧,等. 云南金沙江干热河谷区牧草种质资源的研究利用与开发[J]. 西南农业学报, 2004, 17(Z1): 313-316.
- [9] 奎嘉祥,钟声,匡崇义. 云南牧草品种与资源[M]. 昆明:云南科技出版社, 2003.
- [10] 方海东,段昌群,纪中华,等. 金沙江干热河谷自然恢复区植物种群生态位特征[J]. 武汉大学学报, 2008, 2(4): 177-182.
- [11] 龙会英,张映翠,朱宏业,等. 热研 2 号柱花草在元谋干热河谷区的栽培技术[J]. 中国草地, 2003(6): 21-23.
- [12] 刘绍清. 山东省小流域经济的实践与展望[J]. 水利经济, 1996(2): 65-68.
- [13] 孙辉,唐亚,陈克明,等. 固氮植物篱防治土壤侵蚀效果的研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19(6): 1-5.
- [14] 孙辉,唐亚,陈克明,等. 固氮植物篱改善退化坡耕地土壤养分状况的研究[J]. 应用与环境生物学报, 1999, 5(5): 473-477.
- [15] 荆兰芹,曹明明. 山东省东昌府区生态农业发展建设模式初探[J]. 水土保持通报, 2004, 24(3): 15-17.

上接第 253 页

菜类硝酸盐含量高出血果类蔬菜上百倍。

(3) 因此,针对不同种类蔬菜,研究确定合理的氮与其他营养元素用量及配比,利用遗传育种、配方施肥、水分管理、采收时期控制等技术,对降低蔬菜硝酸盐含量,提高蔬菜品质具有重要的意义。

#### 参考文献:

- [1] 沈明珠,崔宝杰,东惠茹,等. 蔬菜硝酸盐累积研究[J]. 园艺学报, 1982, 9(4): 41-47.
- [2] 陶正平,边鸣镝,李梦玲,等. 提高氮素水平对小白菜生长及硝酸盐含量的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2001, 23(2): 46-49.
- [3] 李俊良,陈新平,李晓林,等. 大白菜氮肥施用的产量效应、品质效应和环境效应[J]. 土壤学报, 2003, 40(2): 261-266.
- [4] 王庆,王丽,赫崇岩,等. 过量氮肥对不同蔬菜中硝酸盐积累的影响及调控措施研究[J]. 农业环境保护, 2000, 19(1): 46