植物营养与肥料学报 2005,11(4):530-535
Plant Nutrition and Fertilizer Science

土壤养分状况系统研究法在菠菜平衡施肥上的应用

阮云泽[1], 孙桂芳[2], 唐树梅[1]*
(1 华南热带农业大学农学院,海南儋州 571737; 2 中国科学院沈阳应用生态研究所,辽宁沈阳 110016)

摘要: 利用 ASI 土壤养分状况系统研究法研究平衡施肥对菠菜产量和品质的影响。结果表明,海南花岗岩砖红壤土壤养分为缺钙 > 缺氮 > 缺铜; 随着施氮量的增加,菠菜产量提高,体内的硝酸盐含量增加; 氮肥施用量与硝酸盐含量呈正相关关系(化学氮肥 r = 0.9876,有机氮肥 r = 0.8175)。氮肥用量超过 ASI 系统研究法的推荐用量,硝酸盐积累量达显著水平。在最佳施氮量情况下,(尿素 240 kg/hm^2)随施钙量的增加,菠菜产量增加。ASI 土壤系统研究法推荐的施钙处理叶片硝酸盐积累量最低,硝酸还原酶活性随钙用量的增加而提高。试验施用钾和镁肥对菠菜产量有负效应,且菠菜硝酸盐的积累量增加。ASI 土壤养分状况系统研究法的诊断结果与菠菜产量和品质的提高具有较好的相关性,对菠菜平衡施肥有一定的指导作用。

关键词: 土壤养分状况系统研究法; 菠菜; 平衡施肥; 硝酸盐积累
中图分类号: S606　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1008-505X(2005)04-0530-06

Application of ASI systematic approach on balanced fertilization of spinach

RUAN Yun-ze[1], SUN Gui-fang[2], TANG Shu-mei[1]*
(*1 Agric. College South China Univ. of Trop. Agri., Hainan Danzhou 571737, China*;
2 Inst. of Applied Ecology CAS, Shenyang 110016, China)

Abstract: In this experiment, the yield and quality of spinach (*Spinacia oleracea*) were studied by means of ASI systematic approach. Experiment results indicated that calcium deficit was the most dominant limiting factor, followed by nitrogen and copper in the laterite derived from granite in Hainan. There was a positive correlation between the rate of N application and accumulated nitrate in spinach (chemical nitrogen fertilizer r = 0.9876, organic nitrogen fertilizer r = 0.8175). Yield and accumulated nitrate increased with the augment of nitrogen fertilizer application rate. Accumulated nitrate reached a significant level when the N fertilizer application rate exceeded the recommended rate by ASI. Under optimum fertilizer rate of nitrogen(urea 240 kg/ha), the yield of spinach increased with the increase of Ca application rate. The nitrate content of spinach of calcium treatment recommended by ASI system was the lowest. Under the condition of this experiment, the application of magnesium showed a negative effect. The application of K fertilizer showed a negative effect as well. Accumulated nitrate content of spinach increased with the increasing of magnesium and potassium fertilizer. There was a preferable correlation between the yield and quality of vegetable and diagnosis results of ASI systematic approach. Therefore, ASI systematic approach could be applied on spinach balanced fertilization.

Key words: ASI systematic approach; spinach; balanced fertilization; nitrate accumulation

目前,我国蔬菜生产中过量施肥造成一些蔬菜,特别是叶菜类蔬菜硝酸盐含量过高。据陈新平等[1]对北京市蔬菜硝酸盐含量的调查,叶菜类蔬菜,如菠菜等硝酸盐含量往往超过 3000mg/kg,达到或超过 WHO/FAO 规定的三、四级污染水平[2],对人体健康和生态环境造成严重影响。据报道[3-6],硝酸盐的

收稿日期: 2004-04-15　　**修改稿收到日期**: 2004-11-24
基金项目: 农业部植物营养学重点开放实验室基金课题资助项目; 海南省自然科学基金资助项目(30106); 海南省作物栽培学重点学科资助。
作者简介: 阮云泽(1974—),女,云南宾州人,硕士,讲师,从事有关植物营养的教学和科研工作。* 通讯作者

积累与植株营养元素的平衡有关，偏施氮肥或大量、中量及微量营养元素间不协调是导致蔬菜硝酸盐积累的重要因素。

土壤养分状况系统研究法[7]是由美国农化服务中心（Agro Services International Inc）主任 Hunter AH 于 1980 年首次提出（简称 ASI 法）。该方法将土壤化学分析与植株营养效应紧密结合，是较全面地评价土壤和科学推荐施肥的综合技术。1990 年开始在我国多个省进行示范并逐步推广和使用，为平衡施肥提供了很好的技术支撑。本试验利用 ASI 系统研究法对土壤养分状况进行诊断，研究平衡施肥对提高菠菜产量和降低硝酸盐含量的影响，为合理施肥和蔬菜安全环保生产提供依据。

1　材料与方法

1.1　试验方法

供试土壤为华南热带农业大学大学生试验苗圃的花岗岩砖红壤，其有机质含量 17.2 g/kg，全氮 0.79 g/kg，全磷 0.77 g/kg，全钾 2.09 g/kg，碱解氮 145.04 mg/kg，速效磷 52.76，速效钾 76.29 mg/kg，交换性钙、镁分别为 6.640、0.511 cmol(+)/kg，pH 5.4。供试作物为新选超能菠菜（*Spinacia oleracea*），具有早熟、耐热、耐湿、抗病特性。试验包括两部分。

1.1.1　氮肥试验　根据 ASI 土壤系统研究法的分析结果，设尿素和有机肥两种肥料，施氮量为 0（CK）、105、210、315、420 kg/hm^2 5 个水平，3 次重复，即 10 个处理，30 个小区，随机区组排列，小区面积 3 m^2。尿素含 N 46%；有机肥含 N 8.3%，P_2O_5 2.2%，K_2O 6.4%，Ca 12.4%，Mg 1.6%，Cu 14.5 mg/kg。氮肥 50%作基肥，其它 50%于菠菜生长中后期（播种后 43d）作追肥施用。此外，在对照（CK）处理中，另施适量钾肥。

1.1.2　钙、镁、钾试验　根据 ASI 土壤系统研究法的分析结果和温室推荐量，计算田间的最佳推荐量，并在最佳推荐量的基础上设置两个辅助处理。采用 $L_9(3^4)$ 正交设计，每一个因子 3 个水平，3 次重复，共 27 个处理。钙辅助处理即在最佳推荐量的基础上分别增加和减少 1/3 施用量；镁、钾辅助处理即在最佳推荐的基础上分别增加和减少 1/2 施用量。每一处理加入等量尿素 240 kg/hm^2。钙肥（熟石灰）含 CaO 50%，镁肥（$MgSO_4 \cdot 7H_2O$）含 MgO 9.7%，钾肥（KCl）含 K_2O 60%。因子水平见表 1。

表 1　试验因子和水平

Table 1　The factors and levels of the experiment

水平 Levels (kg/hm^2)	因子 Factors		
	Ca	Mg	K
1	600	150	150
2	900	300	300
3	1200	450	450

1.2　分析项目与方法

硝酸盐含量用酚二磺酸比色法；硝酸还原酶活性用陈薇，张德颐的活体法[8-9]测定，以 NO_2^- μmol/(g·h)，FW 表示。试验数据采用 SAS 软件 6.12 版进行统计分析。

2　结果与讨论

2.1　ASI 法对土壤养分状况的评价及平衡施肥建议

土壤养分状况系统研究法中的分析方法分为几个步骤，首先是进行土壤样品的常规化学分析和吸附试验。结果见表 2。

表 2　土壤分析结果及温室试验处理推荐

Table 2　The basic soil properties and the recommended amounts of nutrients added

项目 Items	pH	OM[2)]	AA[3)]	Ca	Mg	K	Ca/Mg	Mg/K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
				(μg/mL)					(μg/mL)							
测定值 Measured data	5.2	0.67	0.25	322.2	22.1	61.0	14.6	0.4	12.4	26.9	6.30	0.49	0.20	56.3	17.6	2.1
加入量[1)] Added				479.4	160.2	61.5			50.0	20.0	58.20	0.07	3.50	0	0	4.3

1）最佳养分推荐量 The optimum recommendation rate；2）有机质 Organic matter；3）活性酸 Active acidity

以上土壤养分的常规分析结果，不能完全反映其土壤养分对作物的有效程度。根据 ASI 土壤系统研究法的要求必需进行生物有效性的测定，即进行温室养分监测试验。温室养分监测试验的基本原理

是遵循缺素研究的方法，即作物生长环境控制在一致的条件下，根据第一步分析的结果分别设计最佳处理和加入不同营养元素的处理。作物生长到一定的时期，从作物的生长量判断对某一元素的需求程度，从而对土壤养分做出更为客观的评价，也为平衡施肥提出更为科学的推荐施用量。处理中的最佳处理(OPT)是根据土壤分析结果的吸附曲线，按照植物养分平衡的原理来确定的。

试验指示作物为高粱，采用体积为300mL的一次性塑料杯，每杯栽8株，栽种35d。温室养分监测试验设计和结果见表3。由表3可以看出，该土壤养分元素缺少的程度为钙>氮>铜。生产应首先考虑补充钙，其次是氮。由于铜是重金属元素，对直接食用的蔬菜而言，施用不当易造成土壤重金属元素的污染，同时会造成食物的安全隐患。所以采用以有机肥补充作对比试验，而不进行直接调节。

表3 温室盆栽试验结果

Table 3 The results of pot experiment

处理 Treatments	平均产量 Mean yield (g/pot)	相对产量 Relative yield (%)	养分状况评价 Nutrient status
OPT	0.462	100.0	
-Ca	0.272	58.6**	土壤缺钙 Ca-deficient in soil
-Mg	0.465	100.0	土壤不缺镁 Enough Mg in soil
-K	0.511	110.0	土壤不缺钾 Enough K in soil
-S	0.430	93.4	土壤不缺硫 Enough S in soil
-P	0.450	97.8	土壤不缺磷 Enough P in soil
-N	0.330	71.7**	土壤缺氮 N-deficient in soil
-Zn	0.430	93.4	土壤不缺锌 Enough Zn in soil
-Cu	0.260	56.5**	土壤缺铜 Cu-deficient in soil
-Mo	0.620	134.0	土壤不缺钼 Enough Mo in soil
-B	0.500	108.0	土壤不缺硼 Enough B in soil
+Fe	0.570	123.0	土壤加铁有效，OPT中的铁不是最佳 The Fe is not optimum recommendation amount
+Mn	0.690	150.0	土壤加锰有效，OPT中的锰不是最佳 The Mn is not optimum recommendation amount
+2Ca	0.410	89.1	加2倍钙 Add two time Ca
+2Mg	0.430	93.4	加2倍镁 Add two time Mg
+2K	0.480	104.4	加2倍钾 Add two time K
CK	0.230	50.0	

** 表示显著达到1%水平。Significant at 1% level.

2.2 氮肥对菠菜产量和硝酸盐积累量的影响

2.2.1 氮肥对菠菜产量的影响 根据ASI法研究结果，分别进行了不同施氮水平的田间试验。结果(表4)表明，当氮肥达到一定的施用量后(N 315 kg/hm^2)，菠菜产量不再随施氮量的增加而增加。在同一施氮水平下，施用有机肥和无机肥菠菜产量t检验不显著，即有机肥与无机肥在等氮量的条件下对菠菜产量的影响不大。

2.2.2 氮肥施用对菠菜硝酸盐积累的影响 蔬菜是一种喜硝的作物，土壤中适量硝态氮的供给可以提高作物的产量和品质，然而当土壤中的硝态氮供给量超过蔬菜的同化能力时，蔬菜会奢侈吸收过量的硝态氮储存在体内，造成蔬菜累积的硝酸盐含量增加。试验结果(表5)表明，追肥后10d左右，施肥量与硝酸盐积累量之间有正相关关系。尿素和有机肥施用量与硝酸盐积累量之间的回归方程分别为$Y_u = 73.10 + 6.287X$($r = 0.9833^{**}$, $F = 87.68^{**}$)和$Y_o = 83.82 + 0.3047X$($r = 0.8217^{**}$, $F = 6.235$)。因此，适量氮肥有利于降低蔬菜硝酸盐的含量。表5还看出，追施氮肥25d后，各处理菠菜叶片的硝酸盐含量趋于平稳，均不超过WHO/FAO规定的蔬菜硝酸盐允许量432mg/kg[10-11]，处理之间差异均不显著。因此，菠菜的收获期至少要在追肥10d后进行，若以有机肥为氮源，则要考虑提前使用，延迟采收，

表 4　氮肥用量对菠菜产量的影响(kg/hm²)

Table 4　Effect of nitrogen application on spinach yield

氮水平(kg/hm²) N levels	尿素 Urea				有机肥 Organic manure			
	I	II	III	平均 Mean	I	II	III	平均 Mean
0(CK)	5200	3333	1666	3400 a	2133	1333	1933	1800 a
105	5733	6066	6666	6155 a	5333	6467	5900	5900 b
210	10799	6066	3600	6821 a	7333	3533	5000	5288 b
315	7866	8666	5333	7288 a	10400	3933	7333	7222 b
420	2533	7333	2000	3955 a	6667	2667	6199	5177 b

注(Note)：不同字母表示差异达 5% 显著水平，下同。Different letters mean significant at 5% level, same as follows.

表 5　氮肥用量及追肥后的不同时期菠菜叶片的硝酸盐含量(mg/kg)

Table 5　The nitrate content of spinach leaf in different time after fertilizing

氮水平 N levels (kg/hm²)	尿素 Urea 10d	尿素 Urea 25d	有机肥 Organic manure 10d	有机肥 Organic manure 25d
0(CK)	72.30 a	221.65 a	100.95 ab	167.70 a
105	197.15 b	170.75 a	82.10 b	189.31 a
210	229.88 b	196.31 a	161.15 a	167.18 a
315	333.53 b	231.81 a	127.90 ab	163.81 a
420	475.65 c	227.56 a	209.10 c	167.10 a

注(Note)：10d、25d 为追肥后天数。Means days after fertilizing.

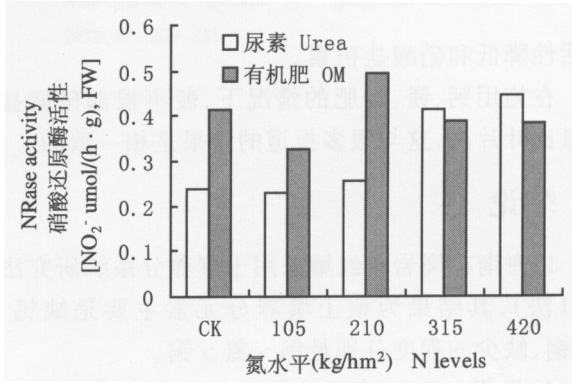

图 1　追肥 25d 后氮肥对菠菜叶片硝酸还原酶活性的影响

Fig.1　Effect of nitrogen on NRase activity of spinach after 25d fertilizing

避开硝酸盐积累的高峰期。

2.2.3　菠菜叶片硝酸盐含量与硝酸还原酶活性之间的关系　植物体内硝酸还原酶活性的高低直接影响蔬菜的氮素代谢，也影响作物体内硝酸盐含量。追施氮肥后 25d 菠菜叶片硝酸还原酶的分析结果(图 1)表明，尿素和有机肥对硝酸还原酶活性的影响不同。在以尿素为氮源的情况下，硝酸还原酶活性与硝酸盐含量之间有正相关关系 r = 0.7200，这与高祖明等报道的结果相一致[12]。但是在以有机氮为氮源的情况下，菠菜叶片的硝酸盐含量与硝酸还原酶之间呈负相关关系 r = -0.6267，可能与有机氮肥的成分比较复杂有关。

2.3　钙、镁、钾肥对菠菜产量和硝酸盐含量的影响

表 6 表明，随着施钙量的增加，菠菜产量增加，这与 ASI 土壤分析结果和温室盆栽试验诊断结果一致，但处理之间差异不显著。各施钙水平下，菠菜叶片硝酸盐含量以 ASI 法推荐处理(Ca 900 kg/hm²)最低，硝酸还原酶活性随施钙量增加而提高。钙对作物体内的氮代谢有着重要作用[13]，氮钙需要一定的比例才能使吸收进入体内的氮被更好的同化利用。钙对菠菜硝酸盐积累和硝酸还原酶活性的影响还需进一步深入研究。

表 6 还看出，施用镁肥对菠菜有负效应，ASI 诊断结果为该土壤不缺镁(表 3)。田间试验进一步证实了 ASI 诊断结果对菠菜生产的施肥有指导作用。叶片硝酸盐含量以 ASI 法推荐处理的最高，而此时硝酸还原酶的活性最低，说明过量的镁会抑制硝酸还原酶的活性，增加菠菜叶片中的硝酸盐含量。施用钾肥对菠菜产量有负效应，温室盆栽试验的结果也表现负效应(表 3)，说明该土壤不缺钾。试验结果(表 6)还表明，随着施钾量的增加，硝酸盐含量增加，其原因是过量的钾易产生作物的奢侈吸收现象，并被贮藏在液泡中。为保持液泡内的离子平衡，菠菜从土壤中大量吸收阴离子 NO_3^-，导致菠菜积累硝酸盐[14]。由此可见，利用 ASI 诊断的结果对蔬菜生产中如何降低蔬菜硝酸盐的含量有一定的意义。

本试验看出，钾肥施用量低于 450 kg/hm²，随着 K 肥用量的增加菠菜硝酸盐含量增加，硝酸还原酶活性降低，硝酸盐含量和硝酸还原酶活性之间呈负相关，r = -0.9121**。这是因为大量的钾会抑制某些激活硝酸还原酶的离子的吸收，使硝酸还原

表6 钙、镁、钾肥对菠菜产量、硝酸盐积累量及硝酸还原酶活性的影响

Table 6 Effect of Ca, Mg and K fertilizers on yield, nitrate content and nitrate reductase activities of spinach

水平 Level	钙 Ca				镁 Mg				钾 K			
	产量 Yield	硝酸盐含量 Nitrate content		酶活性 Enzyme activity	产量 Yield	硝酸盐含量 Nitrate content		酶活性 Enzyme activity	产量 Yield	硝酸盐含量 Nitrate content		酶活性 Enzyme activity
		叶片 Leaf	根部 Root			叶片 Leaf	根部 Root			叶片 Leaf	根部 Root	
1	8120a	259.85a	289.60a	0.154b	8067a	223.75a	279.30a	0.208a	9600a	216.80a	280.50a	0.209a
2	8366a	211.00a	287.50a	0.152b	8866a	238.02a	335.20a	0.181a	7533a	233.30a	293.70a	0.199a
3	9333a	222.90a	302.10a	0.270a	8866a	231.95a	264.80a	0.188a	8733a	243.60a	305.55a	0.168a

注(Note)：产量 Yield(kg/hm^2)；硝酸盐 Nitrate content(mg/kg),FW；酶活性 Enzyme activity，[NO_2^- μmol/(g·h),FW]。

酶活性降低和硝酸盐积累。

在施用钙、镁、钾肥的情况下，菠菜根部硝酸盐含量比叶片高，这与很多报道的结果是相一致的。

3 结论

1)海南花岗岩砖红壤采用土壤养分系统研究法(ASI法)，其结果为该土壤养分元素主要是缺钙、氮、铜，缺少的程度分别是钙 > 氮 > 铜。

2)根据 ASI 法诊断结果进行田间菠菜栽培试验，结果表明随施钙量的增加，菠菜产量提高，硝酸还原酶活性增强，菠菜体内的硝酸盐含量降低，硝酸盐含量以 ASI 法推荐处理为最低(900 kg/hm^2)。

3)适宜的氮肥用量和施肥时期有利于提高菠菜产量和降低蔬菜硝酸盐含量。尿素和有机肥对菠菜硝酸盐积累的情况不同，追施有机肥对菠菜的硝酸盐积累较尿素延迟。不同的氮肥品种要采用不同的追肥时期，追施尿素菠菜的采收期需要推迟在追施10d后进行；有机肥需要提前施用，并适当延迟采收期。

4)在不缺镁和钾的土壤上，施用镁肥和钾肥对菠菜产量的影响表现负效应。一定量的镁会抑制硝酸还原酶的活性，增加菠菜叶片硝酸盐的含量。随着钾肥用量的增加(< 450 kg/hm^2)菠菜产量呈下降的趋势，叶片硝酸盐含量表现出逐渐的增加。

5)在施用钙、镁、钾肥的情况下，菠菜根部硝酸盐含量大于叶片。

参 考 文 献：

[1] 陈新平，邹春琴，刘亚萍，张福锁. 菠菜不同品种累积硝酸盐能力的差异及其原因[J]. 植物营养与肥料学报，2000，6(1)：30-34.
Cheng X P, Zou C Q, Liu Y P, Zhang F S. The reasons and difference of nitrate accumulation ability of a variety of spinach [J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2000,6(1): 30-34.

[2] 谢建昌，陈际型. 菜园土壤肥力与蔬菜合理施肥[M]. 南京：河海大学出版社，1997.
Xie J C, Chen J X. Soil fertility in kailyard and practical fertilizer application of vegetable [M]. Nanjing: Hehai University Press, 1997.

[3] 刘明月，秦玉芝，蔡雁平，何长征. N、P、K施用量与芹菜硝酸盐积累和产量的相关性[J]. 中国蔬菜，1998，6：4-7.
Liu M Y, Qin Y Z, Cai Y P, He C Z. Study on the relationship between the application rate of N, P, K and the accumulation of nitrate and yield of clelery [J]. China Vegetable, 1998(6): 4-7.

[4] 刘永菊，曹一平，夏江，吴建繁. 不同N、P、K配比对大白菜产量及硝酸盐累积的影响[J]. 土壤肥料，1999(4)：26-29.
Liu Y J, Cao Y P, Xia J, Wu J F. Effect of combined application of N, P and K fertilizers on yield and nitrate content of Chinese cabbage [J]. Soils and Fertilizers, 1999(4): 26-29.

[5] 何天秀，何成辉，Michel Marchand，何涪剑. N、K、Mg营养平衡与甘蓝高产优质的关系[J]. 西南农业学报，1999，12(3)：50-56.
He T X, He C H, Michel M, He F J. Relationship between balanced application of N, K and Mg fertilizers [J]. Southwest China Journal of Agricultural Science, 1999, 12(3): 50-56.

[6] 刘启东，李会合，王正银. 平衡施肥对3种叶菜硝酸盐含量的影响[J]. 长江蔬菜，2003(2)：40-41.
Liu Q D, Li H H, Wang Z Y. Effect of balanced fertilization on the accumulation of nitrate of 3 leaf-vegetables[J]. Journal of Changjang Vegetables, 2003(2): 40-41.

[7] 加拿大钾磷研究所北京办事处. 土壤养分状况系统研究法[M]. 北京：中国农业科技出版社，1992.
The Office in Beijing of Canadian K & P Institute. System approach of soil fertility condition [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1992.

[8] 陈薇，张德颐. 植物组织中硝酸还原酶的提取、测定和纯化[J]. 植物生理学通讯，1980(4)：45-49.
Chen W, Zhang D Y. Extraction, mensuration and purification of nitrate reductase in plant tissue[J]. Plant Physiology Communications, 1980(4): 45 49.

[9] 董建华，孙明增，何川生，等. 咖啡和橡胶叶片硝酸还原酶活性诱导的研究[J]. 热带作物学报，1990，11(1)：55-60.
Dong J H, Sun M Z, He C S *et al*. Research of nitrate reductase activity inducement of coffee and rubber leaf[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 1990, 11(1): 55-60.

[10] 王庆，王丽．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)：46-49.
Wang Q, Wang L. The modulation research and effect of excessive nitrogenous fertilizer to nitrate accumulation of varieties of vegetable [J]. Agricultural Environment Protection, 2000, 19(1): 46-49.

[11] 艾绍英，唐拴虎，李生秀．氮素供应水平对蔬菜硝酸盐积累和分布的影响[J]．华南农业大学学报，2000，21(2)：14-17.
Ai S Y, Tang S H, Li S X. The effect of nitrogen supply to nitrate accumulation and distributing of vegetable[J]. Journal of South China Agricultural University, 2000, 21(2): 14-17

[12] 高祖明，张耀栋，张道勇，史瑞和．氮磷钾对叶菜硝酸盐积累和硝酸还原酶、过氧化物酶活性的影响[J]．园艺学报，1989，16(4)：293-297.
Gao Z M, Zhang Y D, Zhang D Y, Shi R H. The effect of N, P, K to leaf vegetable's nitrate accumulation and nitrate reductase, peroxidase activity[J]. Gardening Science, 1989, 16(4): 293-297.

[13] 段远霖，李合生．不同光质和钙对小麦幼苗硝酸还原酶和谷氨酰胺合成酶活性的影响[J]．植物生理学通讯，1999，35(2)：122-125.
Duan Y L, Li H S. The effect of different light quality and calcium to nitrate reductase and glutamine synthetase activity of young wheat[J]. Plant Physiology Communications, 1999, 35(2): 122-125.

[14] 何天秀，何成辉，吴德意．蔬菜中硝酸盐含量及其与钾含量的关系[J]．农业环境保护，1992(5)：209-211.
He T X, He C H, Wu D Y. The relation between nitrate and potassium content of vegetable[J]. Agricultural Environment Protection, 1992(5): 209-211.