



## 蔬菜的养分吸收特性与钾肥利用率的研究

朱静华 李明悦 高贤彪 王正祥 张国刚

(天津市农业资源与环境研究所, 天津 300192)

**摘要:** 本研究在大量试验和示范基础上进行的,菜田土壤养分变化较大,总变异系数平均为 36.29%。土壤铵态氮平均含量为 12.4毫克/公斤;有效磷含量露地、保护地分别为 58毫克/公斤、144毫克/公斤;有效钾含量露地、保护地分别为 135毫克/公斤、149毫克/公斤。农民习惯每年施有机肥(以鸡肥为主) 1.3 - 4.0吨/亩;化肥以尿素和二铵为主,钾肥施用较少。蔬菜磷素吸收量 1.59(公斤/1000公斤) 低于氮素吸收量 3.94(公斤/1000公斤) 和钾素吸收量 4.45(公斤/1000公斤),叶菜类作物氮磷钾的吸收量低于果菜类、瓜菜类和根茎菜作物的吸收量。蔬菜的钾肥利用率平均是 26.93%,果菜类作物钾肥利用率 30.18% > 瓜菜类 28.81% > 根茎类 25.83% > 叶菜类 22.91%。钾肥对蔬菜产量的影响,每公斤  $K_2O$  平均增产 49.3公斤,增产幅度是 8.3%-48.4%。

**关键词:** 蔬菜作物, 氮素吸收量, 磷素吸收量, 钾素吸收量, 钾肥利用率

蔬菜是天津农业发展的支柱产业,它在农业经济发展和增加农民收入方面,发挥着日益重要的作用。天津菜田面积 94.2 万亩。菜田播种面积 201.9 万亩,复种指数 2.14。为了获取高产出、高收益,农民肥料的投入成倍增长,造成了资源的极大浪费。农业环境质量变得越来越差,特别表现在水、土、气等方面。因此要实现蔬菜的高产、高效、优质生产与科学的土壤养管理 and 合理施肥是密不可分的。

天津市西青区是天津市蔬菜种植较集中地区之一。菜田位于天津市西南部,全区蔬菜面积 58920 亩。为了减少资源的浪费,需要实行合理、科学的施肥。在钾磷研究所的资助下,自 2001 年以来,选取在天津市西青区辛口镇第六埠村无公害蔬菜示范区为基地,开展了多种轮作制下以钾肥施用为中心的试验、示范共 30 个蔬菜品种 80 项田间对比试验,本文主要探讨当地种植方式和轮作制下的土壤养分变异、不同蔬菜品种对氮磷钾素吸收及钾肥当季利用率的研究。

### 一、材料和方法

#### 1.1 试验地点的选定

选天津市有代表性的菜园潮土—天津市西青区辛口镇第六埠村无公害蔬菜示范区,面积 2300 亩,根据当地种植方式和轮作制选点进行田间试验。

#### 1.2 供试土壤

选取耕层土壤(0—20厘米),其中包括露地,中小拱棚、日光温室等保护地。

### 1.3 分析项目及方法

采用ASI法<sup>[1]</sup>测定土样的速效养分含量。由北京中加合作土壤植株实验室完成。根据蔬菜主要轮作制采蔬菜作物样品分析氮磷钾养分吸收状况，由天津市农业资源与环境研究所完成。

### 1.4 试验及示范

根据当地种植方式和轮作制选点进行小区试验和大区示范。自2001年以来，开展了约30个蔬菜品种80项试验。

## 二、结果及讨论

### 2.1 试验点土壤养分变化及限制因子分析

试验区的菜田为老园田，种菜历史30年以上，由于大量施用有机肥，精耕细作，加速了土壤熟化过程，土壤肥力较高<sup>[2]</sup>。采用ASI法<sup>[3]</sup>分析结果见表1。结果显示由于施肥量大，土壤养分含量变异明显。各种养分总变异系数平均为36.29%，其中大中量元素为28.75%，微量元素为49.87%；土壤有效养分含量除N素外均大大高于ASI法推荐的临界值指标，显示出菜田土壤的肥力特点。其中磷素积累明显。保护地平均有效磷含量是露地的2.48倍，更突出了磷的富集特征<sup>[5]</sup>。磷与微量元素的变异系数较大，体现了菜田的个体养分管理差异明显。土壤铵态氮平均含量为12.4毫克/公斤，变异系数小于15%，大大低于ASI法推荐的临界值50毫克/公斤指标，这是由于蔬菜吸收量大，灌水频繁，在每作收获后，土壤残留很少。露地、保护地土壤有效钾含量平均值分别为135、149毫克/公斤，80%样点有效钾含量小于160毫克/公斤。从种植方式的农户习惯施肥看，大部分注重氮磷肥而忽视钾肥的施用。钾的补充主要靠有机肥的施用，部分农户选用三元复合肥。根据北京市农林科学院土肥所对北京郊区大白菜地钾素的分级标准<sup>[4]</sup>：相对产量在70%—90%，土壤有效钾含量在141—200(毫克/公斤)的为中等钾素肥力水平判断。该地区土壤钾素属于中等偏下肥力水平，需要重视钾肥在蔬菜上的合理施用。

微量元素养分含量基本高于ASI法临界值指标，可在具体情况上进行施肥指导。从平衡施肥设计上提出补钾减磷增效的原则。(表1见43页)

### 2.2 种植及施肥状况

试验菜田紧邻天津市独流减河，属河流冲积物母质，地势平坦。土壤类型为中壤质菜园潮土。蔬菜品类繁多，种植制度复杂。有黄瓜、番茄、莴笋、芹菜等30多种蔬菜，露地和保护地有十多种轮作方式，复种指数高。轮作及施肥状况见表2。农民习惯施肥每年每亩施有机肥(以鸡肥为主)1.3—4.0吨。化肥以尿素和二铵为主，钾肥施用较少。(表2见43页)

### 2.3 蔬菜作物氮磷钾养分吸收特性的研究

根据以上分析，我们对蔬菜作物氮磷钾养分吸收特性进行了研究，先后进行了30种蔬菜80多项田间试验和植物样品采集，分析研究了各种蔬菜形成千公斤产量吸收的氮磷钾总量(见表3)。氮素吸收量较高的作物是果菜类的菜花6.80公斤/1000公斤、辣椒7.82公斤/1000公斤和豆角7.27公斤/1000公斤；较少作物是叶菜类的芹菜1.24公斤/1000公斤、茼蒿1.65公斤/1000公斤。磷素吸收量较高的作物是瓜菜类的西葫芦3.90公斤/1000公斤和根茎菜的早萝卜3.67公斤/1000公斤；最低是叶菜类的茼蒿0.38公斤/1000公斤。钾素吸收量较低作物是叶菜类作物(香菜除外)；其他三类作物的菜花、辣

椒、番茄、莴笋、球茎茴香、西甜瓜、菜瓜和西葫芦较高。总的来看,叶菜类作物吸收氮磷钾量要低于果菜类、根茎菜和瓜菜类的作物。所以今后在蔬菜施肥时,应注意少施磷肥增补钾肥的施入量。(表3见44页)

## 2.4 蔬菜作物中钾肥利用率的探讨

肥料利用率是平衡施肥的主要参数之一,它的高低直接影响施肥量的合理性。由于受当地种植模式的影响,农民大量施用氮磷肥,所以氮磷肥当季利用率相对较低,通过田间试验也证明了这一点。我们讨论的钾肥利用率就是钾肥当季利用率,根据多年试验结果证明,大部分蔬菜作物是喜钾作物,钾素吸收量较高,钾肥利用率平均是26.93%。相比之下,叶菜类作物钾肥利用率较低,是22.91%,与上面蔬菜钾肥吸收特性结果相一致,叶菜类作物吸收钾肥效果较差。果菜类作物钾肥利用率30.18% > 瓜菜类28.81% > 根茎类25.83% > 叶菜类22.91%。详细结果见表4。同时钾肥施用对蔬菜产量也造成很大的影响,每公斤 $K_2O$ 平均增产49.3公斤,影响比较大的作物是冬瓜153公斤/公斤 $K_2O$ 、黄瓜135公斤/公斤 $K_2O$ 和白菜91.67公斤/公斤 $K_2O$ ,蔬菜的增产幅度为8.3% - 48.4%。钾肥的施用改善了蔬菜品质,对瓜果类作物外观和口感都有明显的提高。(表4见45页)

## 三、小结

3.1 本研究菜田土壤养分变化较大,总变异系数平均为36.29%。磷(露地59.4%、保护地85.4%)和微量元素(49.87%)变异系数较大。

3.2 土壤铵态氮平均含量为12.4毫克/公斤,变异系数小于15%,大大低于ASI法推荐的临界值50毫克/公斤指标。

3.3 露地、保护地土壤有效钾含量平均值分别为135、149毫克/公斤,80%样点有效钾含量小于160毫克/公斤,土壤钾素属于中等偏下肥力水平。

3.4 叶菜类作物氮磷钾的吸收量低于果菜类、瓜菜类和根茎菜作物的吸收量。

3.5 蔬菜的钾肥利用率平均是26.93%,果菜类作物钾肥利用率30.18% > 瓜菜类28.81% > 根茎类25.83% > 叶菜类22.91%。

3.6 钾肥施用对蔬菜产量和品质的影响。每公斤 $K_2O$ 平均增产49.3公斤,增产幅度为8.3% - 48.4%。对一些瓜果菜作物外观和口感都有明显的提高。

### 主要参考文献

[1] Ball D F. and Williams W M. Variability of soil chemical properties in two uncultivated brown earth. J. Soil. Sci. 1968.19:379-391.

[2] 周惠珍, 龚子同. 土壤空间变异性研究. 土壤学报. 1996. 33(3): 232-241

[3] Zhou yimin, Zhu jinghua, Jing haichun ed, Characteristics and nutrient diagnosis of vegetable soils in Tianjin. 1993, Acta Agriculture Boreali-Sinica. 8: 98-105.

[4] Dowel S and Porch S (1988) A Systematic approach for determining soil nutrient constrains and establishing balanced fertilizer recommendations for sustained high yields. In: Proceedings of the soil international Symposium on balanced fertilization. November 8-12, Beijing, China.

[5] 沈汉. 京郊菜园土壤元素累积与转化特征. 土壤学报. 1990. 27(1): 104-106

(图见29页)

表1 菜园土土壤速效养分状况

项目	露地(毫克/公斤)		保护地(毫克/公斤)		变异系数 CV %		ASI 法推荐的临界值指标
	范围	平均	范围	平均	露地	保护地	
pH	7.7-8.2	7.95	7.4-8.3	7.89	1.5	2.4	
OM	0.2-0.8	0.4	0.3-0.8	0.46	22.9	24.6	
Ca	1471-3273	2662	1964-3848	2563	13.0	14.0	<400
Mg	382-1064	770	441-1798	969	24.6	23.9	<120
S	49-258	123.8	43-200	126	23.7	28.5	<12
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	4.3-26.3	11.5	6-65.7	14.6	14.6	12.4	<50
P	4.3-209.2	58	18.5-447.8	144	59.4	85.4	<12
K	82.3-279.3	135	84.8-245.6	149	23.3	26.6	<80
B	0.75-16.1	2.9	0.8-11.1	3.9	68.3	60.5	<0.2
Cu	2-19.1	5.1	2.9-12.8	4.9	58.3	35.5	<1
Fe	7.6-39.4	15.0	9.1-56.0	20.5	32.8	45.3	<10
Mn	3.3-13.6	8.5	2.5-15	7.4	24.4	39.9	<5
Zn	1.7-14.2	5.3	2.9-25.8	9.2	53.4	46.1	<2

表2 第六埠村蔬菜主要轮作制度及农民习惯施肥(公斤/亩)

		露地			保护地					
时间	作物	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	时间	作物	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
4-7月	黄瓜	39.9	16.0	8.9	早春菜 2-5月	圆白菜	12.0	23.0	0	
	茄子	28.5	18.5	0		莴笋	18.0	46.0	0	
	线豆角	23.3	18.5	0		西葫芦	9.0	23.0	0	
	豆角	19.5	18.5	0	春夏菜 3-7月	黄瓜	42.5	18.5	10.2	
	菜瓜	19.9	16.0	8.9		冬瓜	39.9	16.0	8.9	
				番茄		20.0	23.0	0		
8-11月	白菜	32.0	23.0	6.8	秋冬菜	茄子	31.1	40.0	6.8	
	菜花	19.5	18.5	0		芹菜	13.3	24.0	0	
	青萝卜	24.3	21.5	0	9月- 转年1月	菠菜	9.0	23.0	0	
	大葱	28.0	20.0	0		茴香				
	早萝卜		21.0	18.4		0	小白菜	7.5	7.5	0
							生菜			
					茼蒿等					

表3 蔬菜形成千公斤产量吸收的氮磷钾量

作物类别	作物	试验数(个)	1000公斤产量吸收养分量(公斤/1000公斤)			平均产量 (公斤/亩)
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
叶菜类	白菜	4	2.09	0.80	2.14	6079
	圆白菜	5	4.12	1.45	2.17	3075
	芹菜	7	1.24	0.73	3.20	7020
	茼蒿	2	1.65	0.38	2.44	2070
	生菜	2	2.40	1.04	4.41	1625
	油麦菜	1	2.30	1.00	3.96	3377
	香菜	2	4.36	1.54	6.00	3040
	茴香	4	3.12	0.81	4.22	1027
	油菜	3	2.05	0.81	3.10	2156
	菠菜	1	3.48	1.15	4.91	1200
	小葱	1	2.68	1.71	2.48	1836
	平均			2.68	1.04	3.55
果菜类	菜花	5	6.80	2.33	5.93	1862
	辣椒	2	7.82	1.39	8.84	1401
	茄子	7	2.53	0.92	3.09	2371
	番茄	5	3.09	1.21	5.11	3342
	豆角	3	6.82	1.70	2.82	1397
	线豆角	2	7.72	2.37	3.97	1718
	平均			5.80	1.65	4.96
根茎菜	莴笋	5	5.02	2.55	8.36	1625
	球茎茴香	1	4.84	2.03	8.96	1975
	旱萝卜	1	3.68	3.67	4.76	5408
	青萝卜	5	4.05	1.42	3.72	2409
	平均			4.40	2.42	6.45
瓜菜类	冬瓜	5	2.10	0.85	2.38	9945
	黄瓜	3	3.40	1.61	3.60	5539
	西葫芦	4	5.15	3.90	5.33	3113
	网纹甜瓜	1	3.80	1.44	2.35	2065
	西甜瓜	1	5.22	2.33	6.11	1514
	菜瓜	2	4.73	1.29	5.71	1260
	平均			4.07	1.90	4.25

表4 钾肥当季利用率及钾肥对产量的影响

蔬菜类别	作物	试验个数	增产量 (公斤/公斤 K <sub>2</sub> O)	产量增加幅度 (%)	K肥利用率 (%)
叶菜类	白菜	4	91.67	14.6-28.6	21.57
	圆白菜	5	61.11	25.0-36.4	21.94
	芹菜	7	59.38	10.6-27.1	26.85
	茼蒿	2	55.00	15.4-38.0	15.53
	生菜	2	41.67	15.0-16.7	41.51
	油麦菜	1	22.67	8.4	19.25
	香菜	2	30.00	10.0-12.6	31.25
	茴香	4	22.58	19.3-40.1	10.83
	油菜	3	36.44	8.4-25.0	13.25
	菠菜	1	33.33	40.00	27.08
	小葱	1	13.33	8.40	1.12
	平均			42.47	
果菜类	菜花	5	11.75	9.9-12.2	20.65
	辣椒	2	5.58	8.5-10.0	48.84
	茄子	7	54.07	14.3-30.8	23.61
	蕃茄	5	60.42	15.6-25.8	27.60
	豆角	3	20.00	16.7-20.6	7.24
	线豆角	2	36.25	21.2-46.7	11.32
	平均			42.69	
根茎菜	菜笋	5	15.17	8.3-15.4	30.18
	球茎茴香	1	60.00	20.10	36.54
	青萝卜	5	47.67	22.3-37.5	16.68
	旱萝卜	1	42.30	8.60	19.92
	平均			41.29	
瓜菜类	冬瓜	5	153.00	16.7-25.0	26.03
	黄瓜	3	135.00	27.9-48.4	35.95
	西葫芦	4	34.56	32.6-10	12.74
	网纹甜瓜	1	66.83	48.2	10.52
	西甜瓜	1	19.28	23.3	63.45
	菜瓜	2	15.56	15.0-25.0	24.15
	平均			70.71	