

蔬菜作物的吸肥特性与推荐施肥

奚正邦 施秀珠

(上海市农科院土肥所)

摘 要

文章以甘蓝、马铃薯和番茄为例,研究了蔬菜的养分含量、养分平衡及其对施肥的效应;介绍了上海郊区蔬菜推荐施肥的一般程序。

蔬菜是一类包括200多个种的园艺作物,因供食部分不同,分为叶菜、果菜等类别。

本文以上海郊区常见的10余种大宗菜为对象,根据近几年的试验资料,就蔬菜作物的营养含量、吸肥特点及推荐施肥等问题作简要讨论。

一、蔬菜植株的养分含量

分析结果表明,蔬菜作物的养分含量与粮食作物相比,有三大特点:第一,养分含量高,各器官之间差异小(表1);第二,养分含量随干物重的增加而增多;第三,随着蔬菜作物产量的增加,其单位产量所吸收的养分量仍可能继续增加(表2)。

表1 蔬菜与稻麦收获期植株 NPK 含量(干重%)

作物	样本数	茎(秆)叶			籽实或可食器官		
		N	P	K	N	P	K
大 麦	22	0.425	0.055	1.36	1.56	0.238	0.530
小 麦	8	0.313	0.034	0.90	1.75	0.374	0.365
水 稻	8	0.521	0.037	1.58	1.20	0.262	0.332
\bar{x} (平均)		0.419	0.059	1.28	1.50	0.272	0.409
蔬 菜 (10种平均)	38	2.69	0.418	2.97	3.06	0.406	2.83
相对 稻麦 \bar{x} (平均)		100	100	100	100	100	100
% 蔬菜 \bar{x} (平均)		652	708	232	204	149	691

* 10种蔬菜是:萝卜、莴苣、芹菜、马铃薯、白菜、甘蓝、花菜、西红柿、甜椒和黄瓜。

与大田作物相比,蔬菜作物在营养要求上还有一系列其它特点。如喜好 $\text{NO}_3\text{-N}$,吸收Ca、Mg等矿物质的比例较高;能适应土壤溶液中较高的养分浓度;需要较高的Zn、B、Mo等微量养分等。这些对蔬菜施肥及人类健康和生态环境有关。

二、蔬菜植株的养分平衡

养分平衡是作物高产优质的重要条件之一。所以,同一种蔬菜在不同的产量水平下,其

表2 不同产量水平下大麦与甘蓝吸收的氮量*

大 麦				甘 蓝			
亩 产 (公斤/亩)	吸 N 量 (公斤/亩)	千公斤吸量N (公斤)	相 对 %	单 产 (公斤/亩)	吸 N 量 (公斤/亩)	千公斤吸 N 量 (公斤)	相 对 %
200	5.0	25.0	100	2000	4.22	2.11	100
250	6.1	24.4	98	2500	6.85	2.74	117
300	7.2	24.0	95	3000	9.11	5.03	129
350	8.23	23.5	94	3500	10.91	3.11	126

* 上海市农科院试验资料。

吸的各种养分之间的比例是不同的。以甘蓝为例,当其叶球产量在25—37公担/亩(平均26.9公担/亩)时,其每千斤产量所吸收的 NPK 的比例为1:0.13:0.81(n=5);而当叶球产量为46—50公担/亩(平均48公担/亩)时其,吸收的NPK比例为1:0.15:1.05,表明吸收PK量明显增加。通常,蔬菜植株体内的NK含量呈现反相关的趋势(表3)。由表3可见,就甘蓝而言,随其吸N量的增加,吸K量却减少,而马铃薯的N%和K%也有同样的趋势。两者的负相关系数分别为: $r = -0.946$ (甘蓝), $r = -0.921$ (马铃薯),并可在试验条件下分别配以线性回归方程:

表3 甘蓝不同施肥处理下的NK吸收量及马铃薯块茎中的NK%

处 理 (按吸N量排列)	甘蓝的NK吸收量(公斤100/公斤)	
	N	K
P	0.239	0.738
K	0.253	0.727
PK	0.283	0.760
NP	0.393	0.355
NK	0.394	0.493
N	0.415	0.384

* 本试验中N、PO、KO施用量分别为每亩21公斤、5.6公斤和9公斤。

处 理 (按N%排列)	马铃薯块茎中NK含量%	
	N	K
N ₁ PK	1.73	1.46
N ₂ dK	1.78	1.46
N ₃ PK	1.81	1.39
CK	1.84	1.26
N ₂ K	1.91	1.28
N ₂ P	1.95	1.19

$$\hat{y}(K\%) = 1.31 - 2.23x(N\%)$$

(N 0.2—0.45%, n=6, 甘蓝);

$$\hat{y}(K\%) = 3.67 - 1.2x(N\%)$$

(N 1.—2.%, n=6, 马铃薯)

必须说明, NK 养分水平的这种反相关趋势, 只在一定的含量范围内表现显著。当N含量或K含量达到植株负载量的高限水平时, 这种反相关趋势将很不明显。实际生产中, 对高肥力菜地或在施用高量N肥时, 常施以较高量的K, 以使作物吸收的养分趋于平衡, 增加对K的吸收, 同时也能在一定程度上抑制作物对N的过量吸收, 进而有助于抑制病害的侵袭和蔓延。而对低肥力土壤或在低施肥水平条件下, 则NP的效果较好, 能互相促进。

三、蔬菜的施肥效应

由于蔬菜作物在尚未进入生理脱水的成熟期即被收割, 因而植株内养分含量受施肥

的影响很大。这里, 我们从近10个甘蓝和蕃茄的肥料效应试验中选择一例加以说明(表4)。

表4说明, 不同养分及其配合方式对甘蓝的生物产量和经济产量影响都很大, 即肥料效应明显。以CK(无肥)处理为界, 养分中凡不配施N者, 即单P、单K和PK处理, 其产量均低于无肥区, 只及其产量的74—96%, 而施用N肥者, 均比无肥处理, 单N、单PN、K和NPK

表 4

不同施肥处理对甘蓝产量的影响*

施肥处理	产 量 (公担/亩)					
	叶 球	相 对 %	外 叶	相 对 %	合 计	相 对 %
CK(无肥)	18.7	100	13.3	100	37.5	100
N	44.7	239	25.1	134	69.8	186
P	15.7	84	17.4	93	33.1	88
K	16.6	89	18.0	96	34.6	92
PK	13.9	74	13.9	74	27.8	74
NK	47.0	251	23.7	126	70.7	188
NP	50.4	269	26.3	140	76.7	205
NPK	50.5	270	27.4	146	77.9	208

* 施肥量: N 21公斤/亩; P_2O_5 11公斤/亩; K_2O 9公斤/亩。

4个处理,可使外叶产量比无肥处理增加40%左右,使叶球增产1.4—1.7倍。养分对叶球的影响比对外叶的影响要大得多,其原因在于新增加的叶片都属叶球中的新叶。

四、蔬菜的推荐施肥问题

推荐施肥的基本任务是在一定的土壤与种植条件下,为对象作物推荐适宜的施肥量、养分比例和有效的施肥技术(时期、方法等),以确保对象作物达到预期的产量和品质要求。

推荐施肥主要依据对象作物的营养要求与当地土壤的供肥特点进行的。二者究竟以何为主,国内外有不同看法。但国内多数单位对待大田作物主张以土壤测试结果为主,并参照其它有关因素而制定。当然,对于当地同一作物的多年多点肥效试验结果和群众习用的施肥经验也要加以考虑和适当采纳。

众所周知,菜园土是一类由人工长期培育的高肥力土壤,尤其是速效磷含量丰富。根据普查资料,上海郊区菜地耕层土壤的速效磷含量($0.5MNaHCO_3$ 提取),平均为57ppm(P_2O_5 , $n=19$),老菜地可高达80—110ppm,高出农地3倍以上,又据天津农科院土肥所资料,菜园土壤耕层速效磷达84ppm,高出潮土5.9倍,是富集系数最高的养分。如按一般推荐施肥标准,似乎可以不施磷肥,但从蔬菜作物的营养、吸肥特点来看,则仍需施用磷肥。在上海郊区,我们制定推荐施肥方案采用的基本方法是:

1. 确定对象蔬菜作物对 N、P、K 养分的吸收量及其吸收比例。

首先,收集对象作物的养分吸收量的资料,尤其是当地不同产量水平下的吸收量。表5所列数据即为作者收集到的有关蕃茄吸收养分的资料。

表5中除个别数据较特殊(如海淀农科所资料中吸钾量较少)外,基本趋势一致,绝对值差异也不大。我们采用上海郊区资料的平均值,即每吨蕃茄产量所吸收的N、 P_2O_5 和 K_2O 分别为2.94公斤,0.77公斤和4.94公斤,N: P_2O_5 : K_2O 的比例为1:0.26:1.68。

2. 利用蔬菜作物对养分的利用率和对肥料的依存率资料,将对象作物的养分吸收量转换成养分使用量。

这是一个较为复杂的问题,主要应选取当地完成并是多点多年的数据。对上海郊区菜地,我们选用的N、P、K养分利用率分别为30,20%和50%,则每吨蕃茄产量如全部来自肥料即需施用9.8公斤N;3.85公斤 P_2O_5 和9.88公斤 K_2O 。实际上,蕃茄所吸收的养分中,有相当部分来自土壤,只有一部分来源于肥料。这部分养分就是对象作物对肥料的依存率。土壤越肥沃,

表5

蕃茄对养分的吸收*

养分吸收量公斤/千公斤产量			N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	资料来源
N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
3.50	0.72	5.00	1:0.21:1.67	上海市农科院
2.37	0.82	4.03	1:0.34:1.20	上海市农科院
3.54	0.95	3.98	1:0.26:1.09	北京海淀农科所
3.17	1.00	5.23	1:0.25:1.75	美国 ADL 农化实验室
2.64	0.67	4.62	1:0.26:1.80	日本岩手县
2.50	0.65	4.50	1:0.26:1.80	日本(大棚)

* 单产均在4吨/亩左右,各组数据间的土壤与品种条件不一。

作物对肥料的依存率越高,对肥料的依存率越低;作物产量水平越高,对肥料的依存率也相应提高。根据上海地区有关资料,确定一般产量下作物对肥料的价存率平均为 N40%; P₂O₅ 45%; K₂O 40%。据此计算出每吨蕃茄实际需要施用的养分量分别为 N3.92公斤; P₂O₅ 1.73公斤; K₂O 3.95公斤。

3. 按对象作物的目标产量确定亩施养分量。

目标产量一般是指在当地技术条件下能达到的较高产量,可以同一作物前三年的平均单产为基础,再增加20—30%计算。在上海郊区春蕃茄的目标产量以2—3吨/亩为宜,则每亩需施 N7.84—11.8公斤; P₂O₅ 3.46—5.19公斤; K₂O 7.90—11.9公斤。

4. 按对象作物目标产量与肥源确定实际施肥量。

按每亩产2吨蕃茄汁,需用10—8—9%复肥和尿素、普钙、氯化钾,每亩实际施肥量为43公斤复肥; 7.7公斤尿素; 4公斤氯化钾(计算过程从略)。此外,还可适当施用有机肥。由于有机肥主要作基肥,且当季利用率低于化肥,若施用数量较多,应将有机肥的平均养分含量折半计算,并从所需养分总施用量中减去;若用量较少(如每亩施用1吨粗杂肥以下),一般可忽略不计,可将其视为土壤供肥的一部分。

5. 按对象作物生育要求确定施肥时期与方法。

根据上海郊区菜农的经验,除基肥外,蕃茄一般追肥1次。基肥施复肥43公斤与氯化钾4公斤,施用时可分两层,60%左右条施于种植行耕层下部(4—6寸深),40%左右施于耕层上部,可在定植前施于种植穴内,与土壤拌匀。氯化钾也可不作基肥而与7.7公斤尿素一起,分1—2次作追肥用,追肥于蕃茄第2、第3果枝见果后施用,须施入土。

微量元素等肥料均可按作物要求与土壤测试结果同时推荐。一般而言,对象作物的营养与吸肥特点是较为稳定的参数,在不同年份和不同田块上差异较小,以此作为制定方案的主要依据,能较长期地适用于同一种植区。也可作生产专用复合肥料的配方依据,而不须受局部田块的土壤测试值的限制。当然,要确保施肥方案的可靠性,还须注意:

1. 选用的各项参数必须是可靠的,尤其是对对象作物的单位经济产量的养分吸收量、对养分的利用率和对肥料的依存率,要尽可能利用当地试验测定的数据。若同时有几组数据时,可取其平均值。

2. 对象作物的实际产量可能差异较大,如上海菜区的春蕃茄单产为1—5吨/亩,但作为制定施肥方案的目标产量要求时,则应取其平均值,本文定为2—3吨/亩。过低或过高的产量,通常是在一些特殊的种植条件下出现的,故而不能作为普遍适用的目标产量。

(下转第189页)

般每亩总穗数受土壤钾素影响较小。从生长情况看,各施钾区植株比对照区生长旺盛,表明钾有利于光合产物的运输,加速籽粒灌浆,使每穗的实粒数增加1.5—6.0粒,千粒重增加1.05—2.40g,从而获得高产。

参 考 文 献

- [1] 鲍士旦、史瑞和,土壤钾素供应状况的研究, I. 江苏省几种土壤的供钾状况与禾谷类作物(大麦)对钾吸收能力之间的关系。南京农学院学报,第1期,59—66页,1982。
- [2] 鲍士旦、史瑞和,土壤钾素供应状况的研究, II. 南京农学院学报,第4期,70—78页,1984。
- [3] 谢建昌,土壤钾素研究的现状与展望,土壤学进展,第1期,1—15页,1981。
- [4] 鲍士旦、黄建伟、赵兴华,丘陵山区开发点土壤肥力调查和测土施肥(简报)。南京农业大学学报,第4期,116—118页,1985。
- [5] 张建才、史瑞和、鲍士旦,江苏省几种不同土壤钾素供应状况的研究。南京农业大学学报,第11卷,第2期,73—81页。

(上接第183页)

配方, F^- 的活度基本上是一样的, H^+ 的活度大致 pH 在 2—3。对 Ca—P 化合物, H^+ 对它有很强的溶解能力。根据 Ca_8-P 的试验结果看, 在 pH4 左右时即可使其大部分溶解。同时, F^- 与 Ca^{++} 反应可以形成 CaF_2 沉淀, 所以凡是大于 CaF_2 溶度积的 Ca—P 化合物都有可能反应生成 CaF_2 而释放出磷。在理论上, 酸性土壤中的 $Ca-P$ 化合物是很少的, 有的话也不可能以磷灰石形态长期存在, 在中性土壤中, 大部分的 Ca—P 活性应该比较大, 在石灰性土壤中, 施用磷肥后的残留磷, 初期主要以 Ca_2-P 形态存在。因此, 无论是 H^+ 或者是 F^- 的作用, 对活性 Ca—P 的浸提主要是受控于时间。对于 Al—P 和 Fe—P 的浸提机理, 主要是在 H^+ 的条件下, F^- 对 Al 和 Fe 的络合作用。pH 越低, F 络合 Fe、Al 的能力越强。所以在强酸性土壤中, 用 Bray—2 法浸提出的磷量比 Bray—1 法更为合适的原因就在于此。

以上虽然只介绍了两种著名的浸提剂, 但从机理上已经说明了 H^+ 、 OH^- 、 HCO_3^- 和 F^- 对 Ca—P、Al—P 和 Fe—P 的反应过程, 并基本上联系到了不同性质土壤中不同形态磷的化学行为。

(上接第221页)

3. 适当的施肥技术是保证施肥效果的基本手段, 在推荐施肥方案中必须包含这方面的内容。在施肥量已确定的条件下, 确定基、追肥的比例和基、追肥(施肥深度、工具、要求等)则成了重要的内容。鉴于蔬菜作物(尤其苗期)的根系对养分浓度较为敏感, 因而在适当增加施肥量, 提高土壤溶液中养分浓度的同时, 还要防止高浓度养分对根系的抑制甚至伤害作用。蔬菜苗期施用基、追肥时, 做到肥与土拌匀, 避免肥料直接接触根系是十分必要的。

4. 不同的蔬菜品种与同一蔬菜的不同种植方式(如春种或秋种; 露地或保护地), 对施肥都有不同要求, 必要时可在施肥方案中指明。由于保护地栽培较为复杂, 宜单独制定方案。