

# 芥兰营养生理的研究

## I. 养分吸收特性

关佩聪

李智军

胡肖珍

(园艺系)

(广东省农科院经作所)

(土化系)

**摘要** 芥兰对氮磷钾的吸收以钾最多,氮其次,两者差异不大,磷最少。钙的吸收比氮、钾少而比磷、镁多。镁的吸收比磷少。氮磷钾的吸收比例因生长期而不同。花芽分化前氮钾比例较高,且钾明显大于氮,菜薹形成期间氮钾比例缩小,采收时氮磷钾比例为 5.3:1:5.5。植株的氮磷钾含量随着生育过程逐渐降低,吸收量则随着生育过程而逐渐增加,菜薹形成期间的吸收量占总吸收量的 3/4 以上。氮磷钾等养分的分布随生育过程而变化。花芽分化前 95% 以上的养分布在茎叶,花芽分化后的菜薹形成期间分布在茎叶的养分比例逐渐减少,而菜薹占的养分比例则迅速增加,采收时占氮 3/4,占磷、钾、钙和镁的 2/3 左右。

**关键词** 芥兰, 养分吸收, 菜薹形成期间

前已报导了芥兰光合产物的积累与分配,花芽分化和菜薹形成的特点及其关系等问题<sup>[1-3]</sup>。施肥对芥兰的生长和菜薹形成是有很影响的,但这方面未见研究报导。为了通过施肥控制芥兰的生长发育,提高菜薹产量和品质,就必须了解其养分吸收特性。为芥兰的科学施肥和提高产量提供依据。

### 1 材料与方

试验在本校进行,以登峰中迟芥兰品种为材料,采用盆栽试验。盆栽土壤为本校蔬菜试验站的菜园土,该土含全氮 80 ppm、有效磷 58 ppm、有效钾

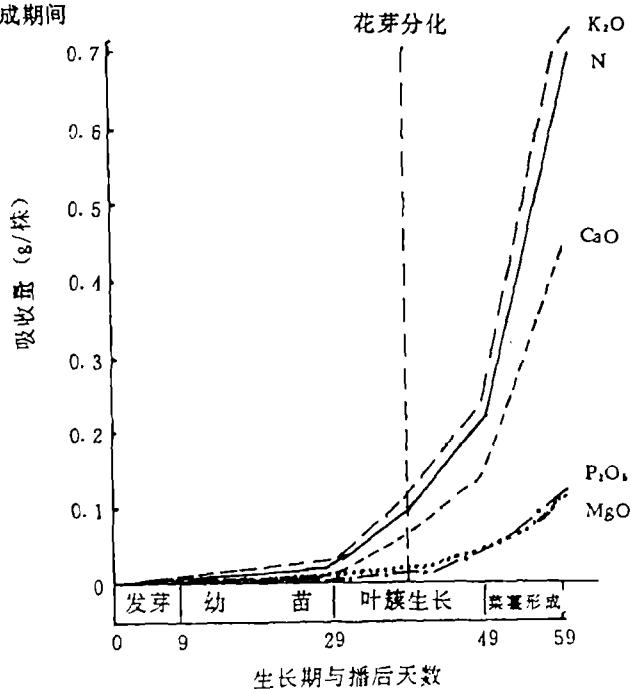


图1 芥兰生育过程养分的吸收动态  
(登峰中迟芥兰, 9月9日播)

49 ppm。于9月9日播种,分别在发芽期、幼苗期、花芽分化期、叶簇生长期、现蕾期和菜薹

采收期选取有代表性植株10株，测定植株和根、茎、叶与菜薹的鲜重和干重，然后取样分析氮、磷、钾、钙和镁的含量。

全氮用凯氏蒸馏法，全磷用钒钼黄比色法，全钾用火焰光度法，钙与镁用原子吸收光谱法测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 芥兰的氮磷钾和钙镁吸收量

芥兰自播种至菜薹采收的生育过程氮磷钾和钙镁的吸收量，如图1所示，每株吸收 N673 mg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>126 mg, K<sub>2</sub>O699 mg, CaO43 mg 和 MgO119 mg。这说明芥兰对氮磷钾的吸收量以钾最多，氮其次，两者差异不大，磷最少。钙的吸收量比氮、钾少而比磷、镁多。镁的吸收量比磷少。如以每亩栽植 6000~7500 株计，每亩吸收 N4.0~5.0 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>0.75~0.95 kg 和 K<sub>2</sub>O4.2~5.2 kg。

根据测定得知，芥兰氮磷钾的吸收比例因生长期而不同。发芽期为 4.5 : 1 : 7.3，幼苗期为 7.5 : 1 : 10.5，花芽分化时为 6.4 : 1 : 7.6，菜薹形成时为 5.3 : 1 : 5.5。由此看到，在花芽分化前氮钾比例较高，花芽分化后的菜薹形成期间氮钾的比例缩小。按氮磷钾的百分比来说（图 2），花芽分化前 N 占 35%~42%，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 占 8%~4%，K<sub>2</sub>O 则占 57%~54%；花芽分化后的菜薹形成期间 N 占 43%~45%，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为 6.6%~8.5%，K<sub>2</sub>O 为 51%~47%。

### 2.2 芥兰对氮的吸收及其分布

从图 3 看到，芥兰植株的氮含量是随着生育过程逐渐降低的。发芽期为 5.4%，幼苗期为 4.9%，花芽分化时为 4.8%，菜薹形成时为 4.1%。根、茎、叶和菜薹的氮含量也是随着生育过程逐渐降低。氮含量以叶最高，菜薹其次，两者相近，根再次，茎最低，根和茎的氮含量差异很小。

植株的氮吸收量则随着生育过程而逐步增加。发芽期的吸收量很小，为 0.26 mg，占植株总氮量的 0.03%，平均每日吸收 0.029 mg。幼苗期吸收 17.7 mg，约占 2.6%，，平均每

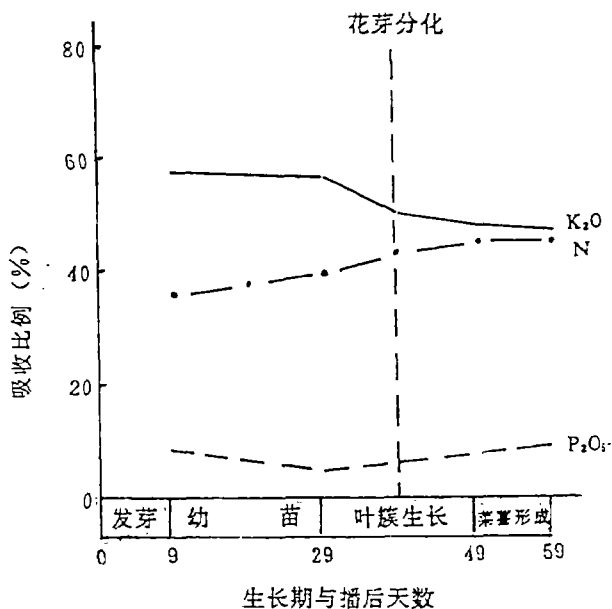


图 2 芥兰生育过程氮磷钾吸收比例的变化

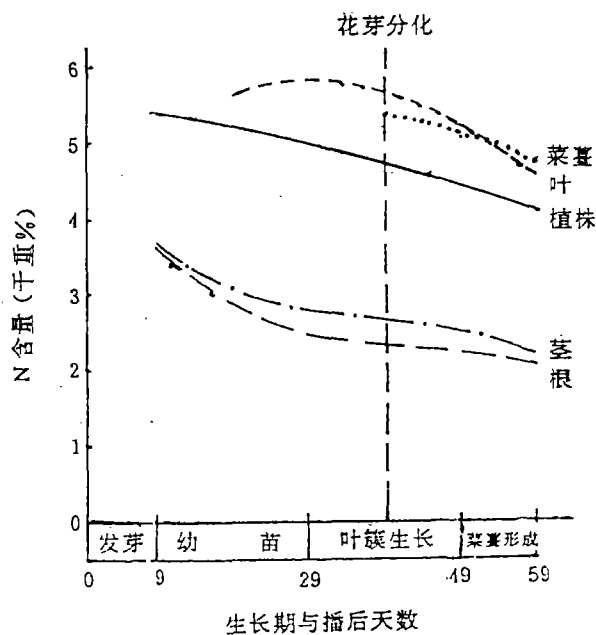


图 3 芥兰生育过程植株和各个器官的 N 含量的变化

日吸收 0.89 mg。花芽分化时吸收 79.0 mg，占 11.7%，平均每日吸收 7.9 mg。花芽分化至菜薹采收的菜薹形成期间吸收 57.6 mg，占 85.6%，平均每日吸收 28.8 mg。各器官的氮量也是随着生育过程逐步增加。

生育过程氮的分布不断变化。如图 4 所示，自发芽至花芽分化分布在茎的氮素比例从 9% 增至 15% 左右，以后又逐渐减少至 9% 左右。叶的氮素比例在生育过程从 89.0% 逐渐降至 13.4%，而菜薹的氮素比例从花芽分化后逐渐增至 74.5%。分布在根的氮素比例很少，在生育过程缓慢增至 4% 左右。由此可见，在花芽分化前，绝大部分 (97%) 氮素分布在茎叶，供给茎叶的生长，而在花芽分化后由于菜薹逐渐成为生长中心，菜薹中的氮素比例迅速增加，至采收时占植株总氮量的 3/4。而茎叶的氮素比例则逐渐减少，最后约占总氮量的 1/4。

### 2.3 芥兰对磷的吸收及其分布

从图 5 看到，芥兰植株的  $P_2O_5$  含量在生育过程呈逐渐降低的趋势，但在幼苗期一度降低。各器官中的  $P_2O_5$  含量的变化有所不同，根和叶的  $P_2O_5$  含量随着生育过程逐渐提高，而茎和菜薹则逐渐降低。 $P_2O_5$  含量以叶最高，根和菜薹其次，两者差异不大，茎的含量最低。

植株对  $P_2O_5$  的吸收量则随着生育过程逐步增加。发芽期只吸收 0.06 mg，占  $P_2O_5$  总吸收量的 0.05%，平均日吸收 0.007 mg。幼苗期吸收 2.3 mg，占总吸收量的 1.8%，平均日吸收 0.12 mg。花芽分化时吸收 12.6 mg，占 10%，平均日吸收 1.26 mg。菜薹形成期间吸收 111 mg，占 88.1%，平均日

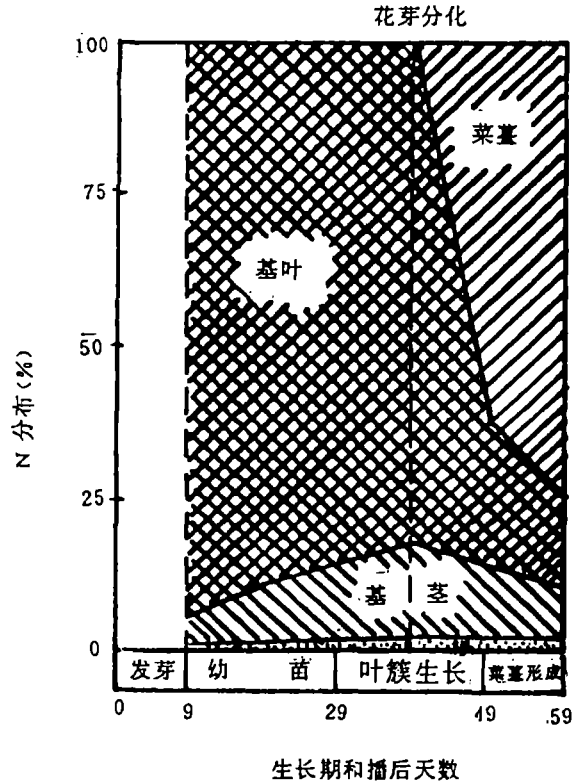


图 4 芥兰生育过程 N 的分布

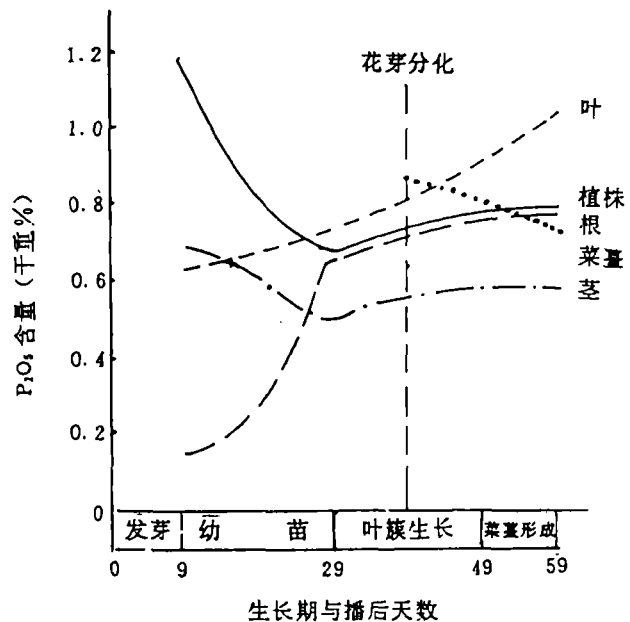


图 5 芥兰生育过程植株和各个器官的  $P_2O_5$  含量变化

吸收 5.55 mg。各器官的  $P_2O_5$  也是随着生育过程而逐步增加。

$P_2O_5$  的分布随生育过程而变化。如图 6 所示，自发芽至花芽分化分布在茎中的  $P_2O_5$  比例从 14.7% 增至 19.3%，叶从 84.2% 降至 76.4%，此时茎叶两部分  $P_2O_5$  占总吸收量的 95% 以上。分布在根的  $P_2O_5$  比例从 1.1% 增至 4.3%。花芽分化后的菜薹形成期间，根的  $P_2O_5$  比例再增至 6.7%，茎叶逐渐降至 28.6%（分别降至 11.1% 和 17.5%），菜薹中  $P_2O_5$  则迅速增加，采收时占植株  $P_2O_5$  吸收量近 2/3（64.7%）。

#### 2.4 芥兰对钾的吸收及其分布

从图 7 看到，芥兰植株的氧化钾含量随着生育过程而逐渐降低。从发芽时 8.75% 逐渐降至采收时 4.27%。各器官的  $K_2O$  含量也是随着生育过程而逐渐降低。氧化钾含量以茎最高，菜薹其次，叶再次，根最低。

植株的  $K_2O$  吸收量则随着生育进程而逐步增加。发芽期的吸收量很少，为 0.42mg，占总吸收量 0.006%，平均日吸收 0.05 mg。幼苗期吸收 26 mg，占 3.17%，平均日吸收 1.3 mg。花芽分化时吸收 90 mg，占 13.5%，平均日吸收 9.0 mg。花芽分化后的菜薹形成期间吸收 554 mg，占 82.8%，平均日吸收 27.7 mg。各器官的  $K_2O$  吸收量也是随着生育过程逐步增加的。

钾的分布随生育过程而变化。如图 8 所示，自发芽至花芽分化分布在茎的  $K_2O$  比例从 23.3% 渐增至 40.0%，叶从 74.8% 渐降至 57.0%，花芽分化前茎叶两部分的  $K_2O$  占植株总吸收量的 97% 左右。根的  $K_2O$  比例从 1.9% 渐增至 30%。花芽分化后的菜薹形成期间，根的  $K_2O$  比例

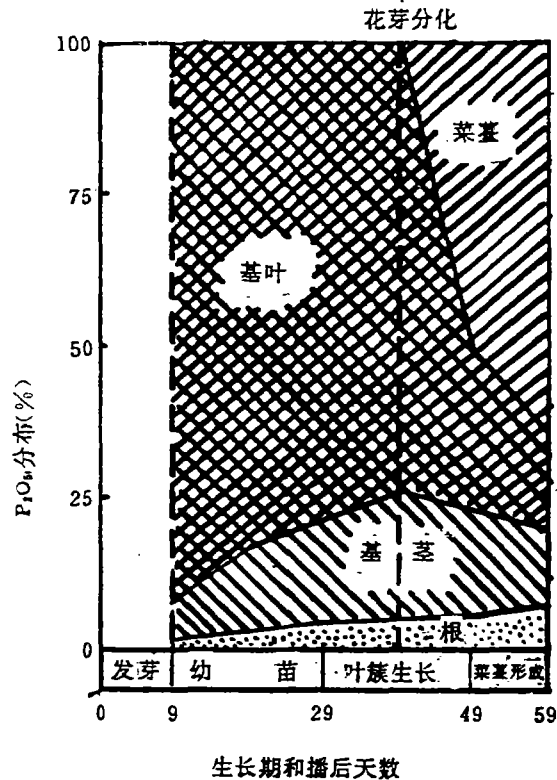


图 6 芥兰生育过程  $P_2O_5$  的分布

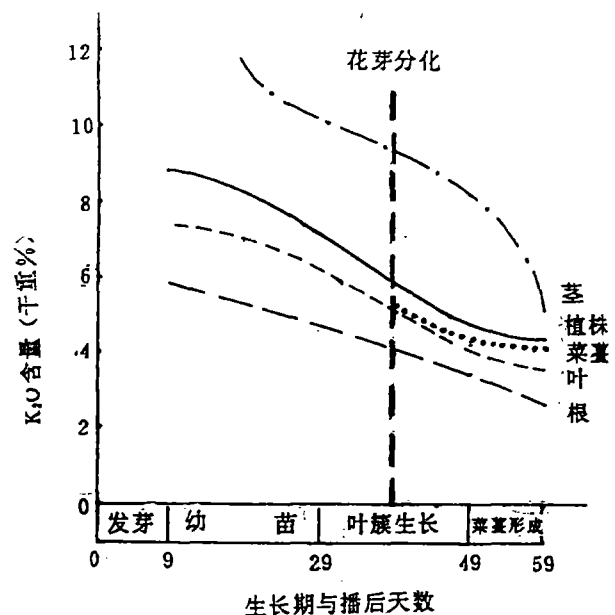


图 7 芥兰生育过程植株和各个器官的  $K_2O$  含量变化

增至4%，而茎叶的氧化钾比例逐渐降至32.0%（茎降至21.4%，叶降至10.6%），菜茎的氧化钾比例则迅速增加，采收时占植株氧化钾吸收量近2/3（64%）。

### 2.5 芥兰对钙和镁的吸收及其分布

芥兰植株的CaO含量自发芽后(2.13%)逐渐提高，至花芽分化时达到最高(3.39%)，花芽分化至菜茎形成则逐渐降低至2.6%。根和茎的CaO含量变化与植株CaO含量变化相似，而叶和菜茎的CaO含量则逐渐提高，CaO含量以菜茎最高，茎其次，叶再次，根最低。植株和各器官的CaO吸收量都随着生育过程而逐步增加。花芽分化后的菜茎形成期间的吸收量占植株吸收量的84.7%。花芽分化前，茎叶中的CaO占植株CaO吸收量的99.3%，根占0.7%。花芽分化后的菜茎形成期间，根占植株吸收量增至1.3%，茎叶则降至33.7%，而菜茎中的钙迅速增加，采收时占植株吸收量近2/3（65%）。

芥兰植株的MgO含量与氮磷钾含量一样，随着生育过程逐渐降低。从发芽时1.08%逐渐降至菜茎采收时0.73%。根、茎和菜茎的MgO含量也是随着生育过程逐渐降低，叶的MgO含量则不同，在生育过程逐渐提高。MgO含量以叶最高，菜茎其次，茎再次，根最低。植株和各器官的吸收量与上述元素一样都是随着生育过程逐步增加的，其中花芽分化后的菜茎形成期间的吸收量占植株吸收量84.8%。花芽分化前，茎叶中的MgO占植株吸收量97.3%，根占2.7%。花芽分化后的菜茎形成期间，根占植株吸收量增至4.0%，茎叶则逐渐降至29.5%，而菜茎中的镁迅速增加，采收时占植株吸收量的2/3（66.5%）。

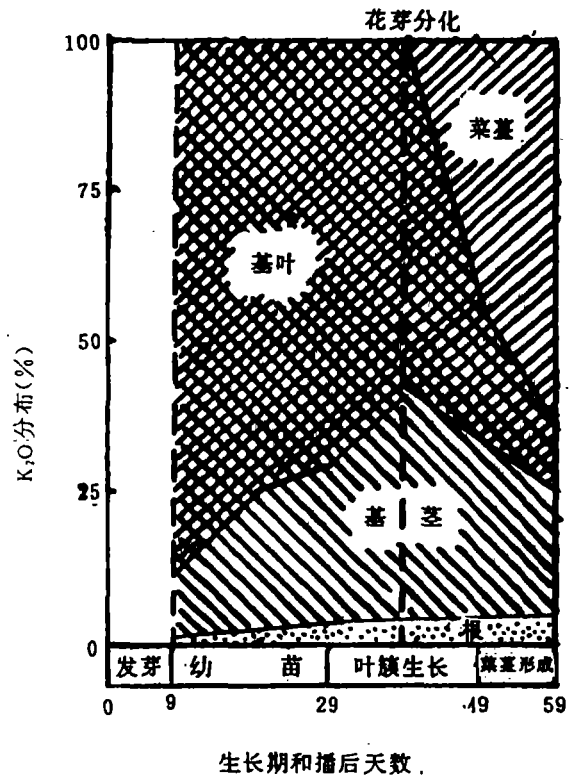


图8 芥兰生育过程K<sub>2</sub>O的分布

表1 芥兰生育过程钙和镁的吸收量及其分布

种 类	播后天数	含 量 (干重%)	植株吸收量 (mg/株)	在各个器官的分布 (mg)			
				根	茎	叶	菜薹
CaO	19	2.73	1.47	0.006	0.064	1.4	—
	29	3.22	11.73	0.14	0.59	11.0	—
	39	3.39	61.12	0.52	4.6	56.0	0
	49	2.94	142.4	0.98	7.4	57.0	77.0
	59	2.59	434.7	5.7	15.0	130.0	284.0
MgO	19	0.96	0.55	0.008	0.058	0.48	—
	29	0.99	3.8	0.11	0.48	3.2	—
	39	0.91	17.5	0.48	3.0	14.0	0
	49	0.80	39.1	1.2	4.9	12.0	21.0
	59	0.73	119.3	4.8	10.0	25.0	79.5

### 3 讨论

前已报导, 芥兰生育过程以干物质为代表的的光合产物是逐步增加的, 菜薹形成期间干物的积累最多, 占70%左右。这些光合产物在花芽分化前主要供茎叶营养器官的建成和生长, 花芽分化后一部分光合产物继续供茎叶器官的生长, 大部分供菜薹形成。生育过程根系生长只利用光合产物的小部分<sup>[1]</sup>。本试验表明, 芥兰生育过程对氮磷钾和钙镁的吸收量都是逐步增加的, 在菜薹形成期间的吸收量占这些营养元素吸收量的 $\frac{3}{4}$ 以上。在花芽分化前, 95%以上养分分布在茎叶, 分布在根的只有4%以下, 花芽分化后的菜薹形成期间分布在根的养分比例略有增加, 分布到茎叶的养分比例逐步减少, 而菜薹的养分比例则迅速增加, 至采收时菜薹中的氮占植株氮吸收量的 $\frac{3}{4}$ , 磷、钾、钙和镁占 $\frac{2}{3}$ 左右。由此看到, 芥兰生育过程对氮磷钾和钙镁的吸收与其光合产物的积累是同步的, 而且这些养分在生育过程各个器官的分布与光合物的分配相当一致。

试验还表明, 芥兰对氮磷钾的吸收量是钾稍大于氮, 磷最小。但其吸收比例因生长期而不同。花芽分化前氮钾比例较大, 钾明显大于氮, 花芽分化后的菜薹形成期间氮钾比例缩小。根据以上结果可以认为, 芥兰生育初期需要养分很少, 少量磷酸、较少的氮和较多的钾可促进糖类积累, 这样不介可使幼苗茁壮成长, 而且有利于及时花芽分化。花芽分化后磷和氮素相对量逐渐增加, 在钾的促进下, 氨基酸、蛋白质等氮化物加速合成与转化, 同时碳水化合物进一步积累, 提供丰富的能量和结构物质, 使叶片旺盛生长, 叶面积扩大, 光合产物增多, 从而保证植株良好生长和菜薹的形成。

## 参 考 文 献

- 1 关佩聪. 芥兰个体发育与菜薹形成的研究. 中国蔬菜, 1989 (1): 3~6
- 2 关佩聪, 梁承愈. 芥兰花芽分化与品种、播种期和春化条件的关系. 华南农业大学学报, 1989, 10 (2): 60~66
- 3 关佩聪, 李孟仿. 芥兰菜薹发育与品种、花芽分化和生长的关系. 园艺学报, 1989, 16 (1): 39~44

## STUDIES ON THE NUTRIENT PHYSIOLOGY OF THE CHINESE KALE

*(Brassica alboglabra Bailey)*

## I. CHARACTERISTICS OF NUTRIENT ABSORPTION

Guan Peicong

(Department of Horticulture)

Li Zhijun

(Industrial Crops Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences)

Hu Xiaozhen

(Department of Soil and Agrochemistry)

**Abstract** In the amounts of NPK absorbed by the Chinese kale plant, K was greatest, N next and P least. The absorption ratio of NPK changed with the growth stage, NK level in the plant was higher, and K uptake was obviously greater than N before flower bud differentiation, thereafter, NK became proportionally less during flower stalk formation, the ratio of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O being 5.3 : 1 : 5.5 at harvesting.

The contents (%) of N, P and K in the plant decreased gradually, but the amounts absorbed increased gradually with growth. The uptake during flower stalk formation constituted 3/4 of the total amount. The distribution of N, P and K changed with growth, and more than 95% of them were distributed to stems and leaves before flower bud differentiation. The proportion of nutrients in stems and leaves decreased rapidly during flower stalk formation. At harvesting, the proportion of N, P, K, Ca and Mg in the flower stalk reached 3/4 of total N, 2/3 of total P, K, Ca and Mg, respectively.

**Key words** Chinese Kale; Nutrient absorption; Flower stalk formation stage