

海甘蓝生长过程中植株体内矿质 营养元素动态的研究

蓝福生

(广西植物研究所, 桂林 541006)

Jean-Yves Péron

(Department of Vegetable and Seed Crops, ENITHP, 2 rue Le-Notre, 49045 Angers, France)

摘要 我们在法国西部的昂热市 (Angers) 试验研究了海甘蓝在不同生长时期内植株生长量、体内矿质营养元素含量、植株对不同营养元素的吸收量的动态变化。结果表明, 海甘蓝在 5 个月生长期内的田间总生长量为 $12.22 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ (干物质), 移栽后各月内海甘蓝的生长量大小顺序为第五个月 > 第三个月 > 第二个月 > 第四个月 > 第一个月。海甘蓝植株体内 B、S、Ca 和 P 的含量以移栽后的第二个月最高, 第五个月最低; Cu、Fe 和 Mn 含量在第一个月最高, 其它时期变化不大; Zn 和 Mn 含量随移栽后的时间增加而降低; Na 和 K 含量在整个生长季节内均无明显变化。在整个生长季节内, 海甘蓝对各种矿质营养元素的总吸收量的大小顺序为 $\text{K} > \text{Ca} > \text{S} > \text{P} > \text{Na} > \text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu}$ 。不同生长期, 植株对多数营养元素的吸收量的大小顺序为第五个月 > 第三个月 > 第二个月 > 第四个月 > 第一个月。

关键词 海甘蓝; 矿质营养元素; 生长动态; 养分动态; 吸收量

STUDY ON THE DYNAMICS OF NUTRITIONAL ELEMENTS IN THE PLANTS OF SEAKALE (*Crambe maritima* L.) DURING THE GROWING PROCESS

Lan Fusheng

(Guangxi Institute of Botany, Guilin 541006)

Jean-Yves Péron

(Department of Vegetable and Seed Crops, ENITHP, 2 rue Le-Notre, 49045 Angers, France)

Abstract The dynamics of the plant growth, the content of various nutritional elements in the plants and the uptake of the elements by the plants during different growing periods of seakale (*Crambe maritima* L.) were studied in Angers, France. The results show that the total growth of seakale plants in the field within 5 months is $12.22 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ (dry matter). The growing order of seakale during various periods is the 5th month after the

transplantation > the 3rd month > the 2nd month > the 4th month > the 1st month. The content of B, S, Ca and P in seakale plants is the highest in the 2nd month and the lowest in the 5th month; the content of Cu, Fe and Mn is the highest in the 1st month and doesn't change too much in the other periods; the content of Zn and Mg decreases with the growth of seakale plants; and the content of K and Na is relatively stable in the various periods. The order of the total uptake of various nutritional elements during the whole growing season is K > Ca > S > P > Mg > Na > Fe > Mn > Zn > B > Cu and the order of the uptake of the elements except Mn in various growing periods is the 5th month > the 3rd month > the 2nd month > the 4th month > the 1st month.

Key words Seakale; mineral nutritional elements; growth dynamics; nutritional dynamics; uptake

海甘蓝 (*Crambe maritima* L.) 是十字花科 (Cruciferae) 的一种深根性多年生草本植物, 原产于欧洲西北部的英国、法国、西班牙、挪威、荷兰等国家的沿海地区^[1, 2]; 其自然分布区属于温带海洋性季风气候, 年均温 5~15 °C, 年降雨量 500~2 000 mm; 野生海甘蓝主要生长在滨海沙土或滨海砾质沙土上, 土壤中砂、砾含量较高, 盐分浓度大, 土壤肥力低^[3, 4]。

海甘蓝是一种价值较高的植物, 其种子中含有工业用途广、价值较高的油脂类^[5], 其黄化的叶柄和嫩茎是一种营养价值较高、口感好、颜色美、加工易、食用方便的高档生、熟食蔬菜^[4, 6], 曾于 19 世纪末风行于欧洲 (特别是英国和法国) 蔬菜市场, 但主要供应给一些豪华宾馆或高档饭店^[4, 7], 后因生产劳力投入大、繁殖困难及品种退化等原因而逐渐被商品性生产淘汰, 并慢慢地被人们遗忘。本世纪八十年代末, 法国 Angers 国家园林技术工程师高级学校的 Jean-Yves Péron 教授等人在从事蔬菜生物多样性研究及欧洲野生蔬菜资源开发利用研究的项目中, 把海甘蓝作为他们的主要研究对象之一^[8, 9, 10]。

十多年来, Péron 教授等人在海甘蓝的引种栽培、种子发芽生理、营养成分、选育种、市场推销及宣传等方面进行了大量的研究^[11~15], 取得了许多优良成果。为了完善海甘蓝这一新开发的蔬菜的研究, 作为蔬菜生物多样性研究的主要内容之一, 我们于 1994 年在法国 Angers 国家园林技术工程师高级学校的试验场进行“海甘蓝生长动态及体内矿质营养动态的试验研究”, 以探讨海甘蓝人工引种栽培后不同生长季节内的植株生长量及植株体内主要矿质营养元素的动态变化, 为今后海甘蓝的栽培管理和施肥提供科学依据。

Péron 教授近来已成功地将海甘蓝引种到内陆的菜园土壤及年均温 15~25 °C、年雨量 1 000~2 000 mm 的滨海地带, 说明海甘蓝有较强的适应能力。我国目前尚未见有海甘蓝蔬菜的引种栽培报道, 但我国拥有较长的海岸线, 数量众多的海岛和面积不少的滨海沙土或盐土, 这些分布于不同气候区的滨海沙土或盐土尚未得到合理利用, 可能适宜于引种海甘蓝, 我们已开始在广西从事这一试验研究, 如能成功, 将在我国沿海地区产生不可低估的作用。

1 试验材料和方法

1.1 本次试验采用 1993 年 9 月 15 日在法国北部 Gatteville 采集的野生海甘蓝种子为材料, 种子采集后一直贮藏在一 24 °C 的冷柜中, 种子千粒重为 31.49±2.18 g, 种子含水量为 6.13% (以干重计)。先用 0.025% 的赤霉酸溶液浸种 18 h, 然后于 1994 年 4 月 8 日在 Réré Briand 苗木公司用其专用的育苗基质播种, 以后适当浇水, 防治病虫, 并定期观测植株生长情况。

1.2 于 1994 年 3 月 30 日按 N、P₂O₅、K₂O 分别为 200 kg·hm⁻², 90 kg·hm⁻² 及 250 kg·hm⁻²

的施用量将相应数量的硝酸铵、过磷酸钙和硫酸钾等肥料施入土壤中〔试验地位于法国 Angers 国家园林技术工程师高级学校 (ENITHP) 的试验场〕, 翻耕后充分耙平拌匀。试验地土壤的基本特性如下: pH 5.8、有机质 $16.5 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 、全氮 $0.8 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 、全磷 (P_2O_5) $0.45 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 、全钾 (K_2O) $0.14 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 、全硫 $0.40 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 、 NaCl $0.16 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 、阳离子交换量 (CEC) $57.9 \text{ me} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、交换性 K_2O $3.0 \text{ me} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、交换性 MgO 为 $5.5 \text{ me} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、交换性 CaO $49.6 \text{ me} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、交换性 Na_2O $0.26 \text{ me} \cdot \text{kg}^{-1}$, 质地为砂壤土。

1.3 于 1994 年 5 月 17 日将海甘蓝幼苗移栽到试验地。移栽时幼苗地上部分鲜重 (10 株平均) 为 3.69 g/株 , 地下部分鲜重 0.2 g/株 。种植密度为 $0.30 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$, 除去畦沟, 每 ha 约有植株 63 000 株。以后适时喷灌、防治病虫害。

1.4 自移栽之日起, 以后每月观测植株的生长情况 (株高、叶数、冠幅、地上部分鲜重和干重、地下部分鲜重和干重等), 每个重复采样 10 株以上, 烘干后粉碎混匀, 然后随机取样 20 g 装瓶待用。

1.5 田间试验结束后, 将所有样品送到 Rochfall 应用技术学院应用生物系药理—毒理实验室, 用喷灯等离子发射光谱分光法测定样品中 B、Cu、Zn、Mn、Fe、K、S、P、Ca、Mg、Na 的含量。

2 试验结果与分析讨论

2.1 海甘蓝植株的生长动态

从表 1 及表 2 的生长情况统计数据可知:

(1) 海甘蓝移栽到田间后, 植株总生长量随生长时间增加而增加; 移栽田间五个月后, 每株植株的平均鲜重和平均干重分别为 1354.5 g 和 193.9 g , 单位面积上干物质生产量为 $12.22 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。不同生长时期, 植株生长量的大小顺序为第五个月 (570.9 g/株) > 第三个月 (415.4 g/株) > 第二个月 (186.4 g/株) > 第四个月 (173.2 g/株) > 第一个月 (4.8 g/株); 但植株生长率的大小顺序为第二个月 (2167.4%) > 第三个月 (213%) > 第一个月 (133%) > 第五个月 (72.9%) > 第四个月 (28.4%)。海甘蓝地上部分的生长量和生长率及地下部分生长率的大小顺序与植株总生长量的大小顺序相同, 但地下部分的生长量的大小顺序却为第五个月 > 第三个月 > 第四个月 > 第二个月 > 第一个月, 而且, 除第二个月的地下部分的生长率小于地上部分外, 其余四个月的地下部分的生

表 1 不同生长时期海甘蓝植株的生长状况

Table 1 The growing situation of geakale plants during various growing periods

生长情况 Growing situation	月数 Months				
	1	2	3	4	5
总叶数 Total number of leaves	4.7	8.9	10.7	12.2	16.6
现存叶数 Leaves left	4.7	5.8	6.3	6.7	5.4
落叶数 Leaves fallen	0.0	3.1	4.3	5.5	11.2
茎叶鲜重 (g/株) Weight of fresh stem and leaves (g/plant)	8.1	184.2	570.3	717.3	1238.8
茎叶干重 (g/叶) Weight of dry stem and leaves (g/plant)	0.9	18.2	56.5	66.0	144.9
平均单叶鲜重 (g/叶) Mean weight of each fresh leaf (g/leaf)	1.7	20.7	53.3	58.8	74.6
茎叶含水量 (%) Water content in stem and leaves	89.0	90.1	90.1	90.8	88.3
根系鲜重 (g/株) Weight of fresh roots (g/plant)	0.5	10.8	40.1	66.3	115.7
根系干重 (g/株) Weight of dry roots (g/plant)	0.06	1.6	8.5	21.1	49.0
根系含水量 (%) Water content in roots	88.0	85.2	78.8	68.2	57.6
植株总鲜重 (g/株) Total weight of fresh plant (g/plant)	8.6	195.0	610.4	783.6	1354.6
植株总干重 (g/株) Total weight of dry plant (g/plant)	1.0	19.8	65.0	87.1	193.9
植株含水量 (%) Water content in plant	88.4	89.8	89.4	88.9	85.7
单位面积干物质总量 ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$) Total growth of dry matter ($\text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$)	0.063	1.25	4.10	5.49	12.22

长率的大小顺序为第二个月 (2167.4%) > 第三个月 (213%) > 第一个月 (133%) > 第五个月 (72.9%) > 第四个月 (28.4%)。海甘蓝地上部分的生长量和生长率及地下部分生长率的大小顺序与植株总生长量的大小顺序相同, 但地下部分的生长量的大小顺序却为第五个月 > 第三个月 > 第四个月 > 第二个月 > 第一个月, 而且, 除第二个月的地下部分的生长率小于地上部分外, 其余四个月的地下部分的生

长率均大于地上部分的生长率。(2) 不同生长时期, 海甘蓝植株体内的水分含量有所差异。植株地下部分(根系)的含水量随植株的生长而逐渐下降, 这与根系中木质素和纤维含量的增加有密切关系; 植株地上部分(茎叶)中的水分含量在前四个月缓慢增加, 第五个月明显下降; 就整个海甘蓝植株而言, 其体内的水分含量在前三个月逐渐增加, 后两个月逐渐下降。(3) 随着生长的进行, 海甘蓝植株的叶片总数和落叶数均逐渐增加, 其中第二个月和第五个月增加的幅度较大; 植株保存的叶片数在前四个月逐渐增加, 但在第五个月明显下降。(4) 在不同的生长时期内, 海甘蓝的每张叶片的平均鲜重有所不同; 总的来说是随着生长的进行, 平均单叶重增加, 特别是在移栽后的第二个月、第三个月和第五个月的增加幅度较大, 移栽后第一个月及第四个月的平均单叶重增加较少。

表 2 不同生长时期海甘蓝植株的生长量及生长率¹⁾
Table 2 The growth and growing ratio of seakale plants during various growing periods

月 数 Months	根 系 Roots		茎 叶 Stem and leaves		植株总和 The whole plant	
	生长量(g) Growth	生长率(%) Growing ratio	生长量(g) FLMS	生长率(%) 统 计 ratio	生长量(g) Growth	生长率(%) Growing ratio
1	0.3	150.0	4.5	125.0	4.8	133.0
2	10.3	2 060.0	176.1	2 174.1	186.4	2167.4
3	29.3	271.3	386.1	209.6	415.4	213.0
4	26.2	65.3	147.0	25.8	173.2	28.4
5	49.4	74.5	521.5	72.7	570.9	72.9

1) 生长量和生长率均以鲜重计

2. 2 海甘蓝生长过程中植株体内矿质营养元素含量的动态变化

从表 3 中的数据可知, 在生长过程中, 海甘蓝植株体内各种矿质营养元素含量的动态变化差

表 3 不同生长时期海甘蓝植株体内各种营养元素的含量
Table 3 The content of various nutritional elements in the plants of seakale during various growing periods

元 素 Elements	月 数 Months									
	1		2		3		4		5	
	范围 Range	平均值 Mean								
B (μg / g)	14.2-17.6	16.0	16.6-20.7	18.2	15.1-18.9	16.7	11.5-15.9	14.1	11.5-16.2	14.2
Cu (μg / g)	51.2-105.6	77.7	4.9-6.0	5.6	5.1-9.9	7.2	4.1-8.9	6.3	5.0-14.6	7.6
Fe (μg / g)	119.3-150.4	135.3	85.0-143.2	112.3	65.4-152.6	105.6	94.9-132.0	115.2	85.2-176.1	116.4
Mn (μg / g)	60.6-114.7	93.4	21.9-29.2	24.8	15.6-23.7	17.6	41.1-91.9	62.4	36.9-65.2	47.3
Zn (μg / g)	49.9-68.8	60.7	33.6-45.4	41.4	32.1-47.5	39.7	28.4-38.0	32.8	20.3-30.7	25.8
Na (mg / g)	0.7-0.8	0.7	0.8-1.2	1.0	0.9-1.2	1.0	0.4-0.9	0.8	0.3-0.7	0.5
K (mg / g)	40.7-54.5	46.4	36.2-44.8	41.4	40.2-46.5	43.2	30.3-56.4	37.2	27.4-39.2	33.5
Mg (mg / g)	3.3-4.5	3.9	3.1-4.6	3.8	2.3-3.8	3.2	2.1-2.4	2.3	1.5-2.6	1.9
S (mg / g)	17.1-18.5	17.6	19.2-24.8	21.9	16.8-20.1	18.2	12.1-17.2	14.0	10.5-12.2	11.4
P (mg / g)	5.9-7.5	6.5	6.0-7.3	6.7	5.4-7.1	6.2	4.4-5.8	5.0	3.7-4.7	4.2
Ca (mg / g)	30.0-38.2	33.5	35.7-48.5	42.5	30.2-34.6	32.6	18.8-33.1	25.3	16.7-30.7	23.3

异较大。表现为: (1) Zn 和 Mg 在植株体内的含量随着植株生长过程的进行而逐渐下降; 其中 Zn 的含量在移栽后的第二个月下降特别明显, 达 19.3%, 而 Mg 的含量下降程度几乎在每个时

期内都是均衡的。(2) B、Na、S、P 和 Ca 在植株体内的含量则表现为移栽后的第一个月和第二个月之间略有上升,以后逐渐下降。(3) Fe 的含量在移栽后的前三个月下降,尤以第二个月明显;后两个月又缓慢上升。(4) Cu 和 Mn 的含量在移栽后的前两个月急剧下降,后期变化无规律。(5) K 的含量在移栽后的前两个月下降,第三个月略上升,第四和第五个月又逐渐下降。

将表 3 和表 4 中的数据相比较可知,在整个生长季节内,海甘蓝植株体内 Fe、Mn、Zn、K、Mg、P、Ca 的含量与花茎甘蓝、大白菜、甘蓝、花椰菜、羽衣甘蓝等几种十字花科蔬菜中的这几种元素的含量基本相近,海甘蓝植株体内 B 的含量明显低于这些十字花科的蔬菜,海甘蓝植株体内 Cu 的含量在移栽后的第一个月大大高于这些十字花科蔬菜,其余各时期体内 Cu 的含量与这几种十字花科的蔬菜基本相近。

2.3 海甘蓝生长过程中各营养元素吸收量的动态变化

根据海甘蓝在不同生长时期内的生长量及植株体内各种营养元素的含量,可算出海甘蓝在不同生长时期内对各种营养元素的吸收量及在整个生长季节内各种营养元素吸收总量(见表 5)。从表 5 可知:

(1) 在整个生长季节内,海甘蓝对各种营养元素吸收总量的大小顺序为 $K > Ca >$

$S > P > Mg > Na > Fe > Mn > Zn > B > Cu$; 在干物质生产量为 $12.22 t \cdot hm^{-2}$ 的试验地上,分别从土壤中吸收 K 409.4 kg、Cu 284.7 kg、S 139.3 kg、P 51.3 kg、Mg 23.3 kg、Na 6.1 kg、Fe 1422.4 g、Mn 578 g、Zn 315.3 g、B 173.5 g、Cu 92.9 g; 即每生产 1 t 海甘蓝干物质,需要从土壤中吸收 K 33.5 kg、Ca 23.3 kg、S 11.4 kg、P 4.2 kg、Mg 1.9 kg、Na 0.5 kg、Fe 116.4 g、Mn 47.3 g、Zn 25.8 g、B 14.2 g、Cu 7.6 g。(2) 在不同生长时期内,海甘蓝吸收各种营养元素的数量差异很大。除 Mn 的吸收量为第四个月 > 第五个月 > 第三个月 > 第二个月 > 第一个月外,其余营养元素的吸收量均为第五个月 > 第三个月 > 第二个月 > 第四个月 > 第一个月。其中,在移栽后第一个月里各种营养元素吸收量大小顺序为 $K > Ca > S > P > Mg > Na > Fe > Mn > Cu > Zn > B$; 在第二个月,各种营养元素吸收量的大小顺序为 $Ca > K > S > P > Mg > Na > Fe > Zn > Mn > B > Cu$; 在第三个月,各种营养元素吸收量的大小顺序为 $K > Cu > S > S > P > Mg > Na > Fe > Zn > B > Mn > Cu$; 在第四个月,各种营养元素吸收量的大小顺序为 $K > Ca > S > P > Mg > Na > Mn > Fe > Zn > B > Ca$; 第五个月,各种营养元素吸收量的大小顺序为 $K > Ca > S > P > Mg > Fe > Mn > Zn > B > Ca$ 。总的来说,大量元素吸收量的变化较微量元素稳定。

2.4 海甘蓝生长过程中植株体内生长动态与养分动态的关系

从表 6 中海甘蓝植株在不同生长时期的生长量与体内养分元素的吸收量的相关性统计结果可知:(1) 不同生长时期内,海甘蓝植株生长量与 B、Cu、Fe、K、Ca、P、Zn、S、Mg 的吸收量呈极明显的正相关关系,相关系数 r 达 0.838 8~0.995 9,但与 Mn 和 Na 的正相关关系不明

表 4 几种十字花科植物体内各种营养元素的含量

Table 4 The content of various nutritional elements in several plants of cruciferae

元素 Elements	花茎甘蓝 Broccoli	大白菜 Chinese cabbage	甘蓝 Cabbage	花椰菜 Cauliflower	羽衣甘蓝 Kale
B ($\mu g/g$)	30~100	30~100	20~100	30~100	30~100
Cu ($\mu g/g$)	5~15	5~25	5~15	4~15	4~15
Fe ($\mu g/g$)	70~300	40~200	30~200	30~200	60~300
Mn ($\mu g/g$)	25~200	25~200	40~200	25~250	30~250
Zn ($\mu g/g$)	35~200	20~200	20~200	20~250	30~250
P (mg/g)	3~9.5	4~6	2.5~10	3.3~8	3~7
K (mg/g)	20~40	45~75	20~55	26~42	20~40
Ca (mg/g)	10~25	20~60	10~45	20~35	13~25
Mg (mg/g)	2.5~7.5	3~7	2.6~10	2.7~5	2.7~7
S (mg/g)	3~7.5		2.5~10		

显, 相关系数 r 仅为 0.530 0 和 0.554 1; 海甘蓝植株生长量与各营养元素的正相关关系的程度顺

表 5 不同生长期海甘蓝植株体内各种营养元素的吸收量

Table 5 The absorption of various nutritional elements in seakale plants during various growing periods

元素 Elements	月 数 Months									
	1		2		3		4		5	
	本月吸收量 Absor.	累 计 Accu.								
B (g)	1.0	1.0	21.8	22.8	45.7	68.5	8.9	77.4	96.1	173.5
Cu (g)	4.9	4.9	2.1	7.0	22.5	29.5	5.1	34.6	58.3	92.9
Fe (g)	8.5	8.5	131.9	140.4	292.6	433.0	199.4	632.4	790.0	1422.4
Mn (g)	5.9	5.9	25.1	31.0	41.2	72.2	270.4	342.6	235.4	578.0
Zn (g)	3.8	3.8	48.0	51.8	111.0	162.8	17.3	180.1	135.2	315.3
Na (kg)	0.04	0.04	1.21	1.25	2.85	4.10	0.30	4.40	1.70	6.10
K (kg)	2.9	2.9	48.9	51.8	125.3	177.1	27.1	204.2	205.2	409.4
Mg (kg)	0.2	0.2	4.6	4.8	8.3	13.1	0.6	13.7	9.5	23.2
S (kg)	1.1	1.1	26.3	27.4	47.2	74.6	2.3	76.9	62.4	139.3
P (kg)	0.4	0.4	8.0	8.4	17.0	25.4	2.1	27.5	23.8	51.3
Ca (kg)	2.1	2.1	51.0	53.1	80.6	133.7	5.2	138.9	145.8	284.7

Absor. —Absorption, Accu. —Accumulation

序为 Fe>B>Cu>K>Ca>P>Zn>S>Mg>Na>Mn。由此说明, 在正常情况下, B、Cu、Fe、K、Ca、P、Zn、S 和 Mn 对海甘蓝植株的生长产生极明显促进作用, 而 Mn 和

表 6 海甘蓝植株生长量与各种营养元素吸收量间的相关系数 (r)

Table 6 The relative coefficient between the growth of seakale plants and the absorption of various nutritional elements

生长量 Growth	元 素 Elements										
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	K	Mg	S	P	Ca
植株总生长量 Growth of plant	0.985 5	0.976 5	0.995 9	0.530 0	0.896 3	0.554 1	0.970 4	0.838 8	0.883 6	0.925 0	0.944 0
根系生长量 Growth of roots	0.837 2	0.877 3	0.947 2	0.813 0	0.669 3	0.254 2	0.803 2	0.569 6	0.632 7	0.706 9	0.737 9
茎叶生长量 Growth of stem and leaves	0.999 5	0.970 6	0.973 1	0.406 3	0.942 1	0.640 2	0.991 5	0.902 3	0.939 0	0.966 4	0.980 3

Na 对海甘蓝生长的促进作用不明显。(2) 海甘蓝地下部分的生长量与 B、Cu、Mn、K、P、Ca 的吸收量呈明显正相关关系, 相关系数 r 达 0.706 9~0.877 3; 与 Fe 的吸收量呈极明显的正相关关系, 相关系数 r 达 0.947 2; 与 S、Mg、Zn 的吸收量呈一定的正相关关系, 但不十分明显, 相关系数 r 为 0.569 6~0.669 3; 与 Na 的吸收量无相关关系, 相关系数 r 仅为 0.254 2。由此推论, 在正常范围内, Fe 对海甘蓝的根系生长有很明显的促进作用; B、Cu、Mn、K、P、Ca 对海甘蓝的根系生长有明显促进作用; S、Mg、Zn 对海甘蓝根系生长有一定促进作用, 但不十分明显; Na 对海甘蓝根系生长无促进作用。(3) 海甘蓝地上部分的生长量与 B、Cu、Fe、Zn、K、Mg、S、P、Ca 的吸收量呈极显著的正相关关系, 相关系数 r 都在 0.9 以上; 与 Na 有一定

的正相关关系, 但不十分显著, 相关系数 r 为 0.640 2; 与 Mn 的相关关系不明显, 相关系数 r 仅为 0.406 3。由此可见, 在正常情况下, B、Cu、Fe、Zn、K、Mg、S、P 和 Ca 对海甘蓝植株地上部分的生长有明显的促进作用, Na 对海甘蓝植株地上部分的生长也有一定的促进作用, 而 Mn 对海甘蓝植株地上部分的生长却无促进作用。

可见, Fe 无论对海甘蓝地上部分和地下部分的生长均有极明显的促进作用, 从而促进整个植株的生长; B、Cu、K、P、Ca、Zn、S、Mg 对海甘蓝植株地上部分的生长的促进作用明显优于地下部分; 而 Mn 对海甘蓝植株地下部分的生长的促进作用则明显优于地上部分; 而 Na 对海甘蓝植株地上部分和地下部分的生长量影响不大。

参 考 文 献

- 1 Evans D R. Attentive horticultural crops. No. 2. *forcing crops*. University of Bath. 1982
- 2 Scott G A M. Biological flora of the british isles. *Journal of Ecology*, 1976, **64** (3)
- 3 Péron J Y. Seakale; A new vegetable produced as etiolated sprouts. Proc. First American Symposium on new crop, Indianapolis 22-44 Oct. 1988. *Advances on new crops*, Timber Press; 1988. 419-422
- 4 Péron J Y. Physiology and cultural practices of seakale cultivated from cutting and produced like witloof. *Acta Horticulturae* 1989, 242
- 5 王幼平, 罗 鹏, 李旭锋等. 海甘蓝种子成分分析及其利用. 天然产物研究与开发, 1994, (3): 53-58
- 6 Péron J Y. Contribution à la réemergence de légumes oubliés. A. I. C. P. C. / A. C. F. E. V. / B. R. G. — *La diversité des plantes légumières*. 1986
- 7 Vilmorin-Andrieux et Cie. Les Plantes potagères; description et culture des principaux légumes des climats tempérés. *Vilmorin-Andrieux et Cie*. Paris. 1983
- 8 蓝福生. 法国蔬菜生物多样性研究概况. 广西科学院学报, 1995, **11** (3, 4): 54-58
- 9 Péron J Y L'élargissement de la gamme des espèces légumières. In: *Journées d'étude et d'information sur la diversification des cultures et des produits dans la filière légumes*. Angers 28 et 29 octobre 1986 (Abstract)
- 10 Péron J Y. Légumes; l'innovation liée au végétal. *Fruits et Légumes*. 35 (supplement); 1986, 6-8
- 11 Bourdelet B. Contribution à l'étude morphologique et génétique du cramble maritime (*Crambe maritima* L.). 1986
- 12 Blanchard N. Test de germination chez *Crambe maritima* L.. *Rapport de l'Essai*. 1994
- 13 蓝福生, Péron J Y, Blanchard N. 不同处理对海甘蓝种子发芽和幼苗生长的影响. 广西植物, 1995, **15** (3): 224-230
- 14 Péron J Y. Composition nutritionnelle du cramble maritime (*Crambe maritima* L.). *Science des Aliments*. 1991, (11): 683-691
- 15 Bois D. Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges; 1- *placogames légumières* P. *Lechevallier*. Paris. 1927