

缺铁大豆幼苗干物质积累 与光合色素含量的变化

白宝璋 王本昌 白嵩 黄丽萍

(吉林农业大学农学系, 长春, 130118)

提 要

本文报告的是大豆杂交品系 NS-H-9、NS-H-11、NS-H-15 的幼苗在缺铁条件下干物质积累与光合色素含量的变化。在水培条件下, 大豆幼苗干物质明显减少(40.63%—70.07%); 光合色素含量大幅度下降(其中, 叶绿素达 65.62%—77.94%, 类胡萝卜素也在 55.74—66.29%, 因而叶片呈浅黄色或黄白色。对缺铁的反应, 在不同的杂交种之间存在着差异, NS-H-15 对缺铁的敏感性低于其它两个杂交种, 其干物重与光合色素含量均高于另外两个杂交种; 在同一品种的同一植株亦存在着差异, 即不同部位表现不同, 地下部分比地上部分敏感。

关键词 大豆幼苗; 缺铁; 干物质积累; 光合色素

在水培条件下双子叶植物利用铁的能力高于单子叶植物^[3]; 即使是同种作物, 然而由于不同的品种或杂交种对铁的利用率也存在着一定的差异^[4-6]。本文的目的在于, 通过试验比较杂交育成的大豆品系对缺铁的反应。

材料和方法

(一) 供试材料

南斯拉夫诺维萨德大学农学院大田作物与蔬菜作物研究所培育的大豆品系 NS-H

* 本文于 1993 年 4 月 2 日收到。

This paper was received on April 2, 1993.

王本昌现在通化教育学院生物系工作, 邮编: 134000。

黄丽萍现在白城师范专科学校生物系工作, 邮编: 137000。

-9、NS-H-11 和 NS-H-15。

(二) 幼苗培养

本试验采用水培法培养幼苗。营养液中含有以下成分(浓度: $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$): 大量元素— $2.0\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 、 $0.75\text{K}_2\text{SO}_4$ 、 0.65MgSO_4 、 $0.5\text{KH}_2\text{PO}_4$; 微量元素— $1.0 \times 10^{-2}\text{Fe}$ 、EDTA、 $1.0 \times 10^{-2}\text{H}_3\text{BO}_3$ 、 $1.0 \times 10^{-2}\text{MnSO}_4$ 、 $5.0 \times 10^{-4}\text{CuSO}_4$ 、 $5.0 \times 10^{-4}\text{ZnSO}_4$ 、 $5.0 \times 10^{-5}(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ 。本试验分为含铁与缺铁两种营养液。

挑选籽粒饱满、大小均匀的大豆种子播于砂基中, 在温箱内于 $25 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 下催芽; 当子叶突破砂层时转入温室光照, 防止徒长; 当苗高达 5cm 以上时, 选择子叶正常, 大小一致的幼苗移至营养液中; 取一半栽入含铁(正常)营养液中, 另一半栽入缺铁营养液中。当大豆幼苗的第一片三出叶充分展开时, 在完全营养液中培养的材料分为两组: 一组仍在完全营养液中继续培养, 另一组移至缺铁营养液中培养; 而在缺铁营养液中培养的材料也分为两组: 一组转入正常营养液, 另一组仍留在缺铁营养液。水培时每盆 4 株, 每个处理 5 盆(即 5 次重复)。每隔 7—10 天更换 1 次营养液。

(三) 测定

1. 干物质积累的测定 当大豆幼苗处于第一片三出叶期与分枝期时取样。取样时, 分为地上与地下两部分, 于 105°C 下杀青 10 分钟, 然后转至 $70-80^\circ\text{C}$ 下烘干, 分别称重。

2. 光合色素含量的测定 叶绿体内的光合色素按照无水乙醇和丙酮混合液(1:1, v/v)浸泡法提取^[7], 然后按照 Wetstein 法测定各种色素的含量^[8], 即在 440、644、662nm 下比色, 记录光密度(OD)值, 并按照下列公式计算各种色素的浓度(以 C 表示之):

$$C \text{ 叶绿素 } a(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}) = 9.784\text{OD}_{662} - 0.99\text{OD}_{644}$$

$$C \text{ 叶绿素 } b(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}) = 21.426\text{OD}_{644} - 4.65\text{OD}_{662}$$

$$C \text{ 类胡萝卜素}(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}) = 4.695\text{OD}_{440} - 0.268(\text{Ca} + \text{Cb})$$

然后, 再将上述计算所得浓度值代入下式即为各种色素的含量:

$$\text{色素含量}(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}) = \frac{C(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}) \times \text{提取液总量}(\text{ml})}{\text{样品干重}(\text{g}) \times 1000}$$

结果与分析

(一) 缺铁对大豆幼苗干物质积累的影响

1. 缺铁降低干物质的积累 从表 1 可以看出, 不论是一直栽培于缺铁营养液中, 还是从含铁营养液转入缺铁营养液, 或是从缺铁营养液转入含铁营养液, 植株的干物质重量均低于一直栽培在完全营养液中的植株。例如, 在大豆第一片三出叶期, 栽培于缺铁营养液中的 NS-H-9、NS-H-11、NS-H-15 三个杂交种幼苗, 其全株干重分别为栽培于完全营养液中的 59.38%、61.49% 和 67.53%, 这说明缺铁降低了大豆的干物质积累。但是, 在品系之间存在着一定的差异, 其中 NS-H-15 的干物重明显高于另外两个品系。

2. 植株的部位不同对缺铁的敏感性不同。从表 1 可以看出, 无论是栽培在完全营养液

中或是栽培在缺铁营养液中,植株的冠/根比值波动不大,一般在 3.08—3.52 之间;但是,在更换营养液培养时,其冠/根的比值却发生了十分明显的变化。例如,当大豆幼株从含铁营养液转入缺铁营养液中培养时,其冠/根的比值大大增加(在 6.17—6.74 之间);然而,从缺铁营养液转入含铁营养液中栽培时,植株冠/根的比值又明显下降(在 2.43—2.51 之间)。大豆幼株冠/根比值的上述变化反映出其地上部分与地下部分对缺铁敏感性的差异。缺铁首先影响到根部正常的物质代谢和能量代谢,进而影响到根对矿质元素的主动吸收与主动转移过程,使根本身的正常生长受到抑制,而地上部分的茎叶对这种影响的反应来得要慢一些。因而,致使冠/根的比值急剧增大。与此相反,当大豆幼株从缺铁营养液转入含铁营养液中栽培时,是根首先得到铁,使根内的代谢过程逐渐恢复正常,促进了根系本身的生长,所以又导致幼株冠/根的比值下降。

表 1 铁对大豆幼苗干物质积累的影响(mg·株⁻¹)

Table 1 Effect of iron on dry matter accumulation in soybean young plants(mg·plant⁻¹)

处理 Treatment	品系 Lines	地上部分 Above-ground organ	根 Root	全株 Whole plant	冠/根 Tops/Root
第一片三出叶期 1st trifoliate leaf stage					
正常 Normal	NS-H-9	180.69	51.34	232.03	3.52
	NS-H-11	166.73	48.52	215.25	3.44
	NS-H-15	217.48	68.26	285.74	3.19
缺铁 Fe-deficiency	NS-H-9	106.61	31.32	137.93	3.40
	NS-H-11	101.08	30.56	132.36	3.31
	NS-H-15	145.74	47.23	192.97	3.08
分枝期 Branching stage					
正常 Normal	NS-H-9	765.35	188.64	953.99	4.06
	NS-H-11	741.28	163.57	904.85	4.53
	NS-H-15	818.43	201.56	1019.99	4.06
正常转入缺铁 From normal to Fe-deficiency	NS-H-9	390.33	63.27	453.60	6.17
	NS-H-11	385.47	57.18	442.65	6.74
	NS-H-15	564.72	88.46	653.18	6.38
缺铁转入正常 From Fe-deficiency to normal	NS-H-9	216.78	86.37	303.15	2.51
	NS-H-11	193.64	78.08	271.72	2.48
	NS-H-15	285.39	117.44	402.83	2.43

3. 不同品系对缺铁的反应不同。本试验中所用的大豆三个品系对缺铁的反应不同。从表 1 的数据可以看出,NS-H-15 对缺铁的敏感性低于另外两个杂交种。在分枝期,从含铁营养液转入缺铁营养液栽培的植株,NS-H-9 和 NS-H-11 仅占完全营养液的 47.55% 和 48.92%,而 NS-H-15 则达到 64.04%,其干物质积累大大高于上述两个杂交种。

(二)缺铁对大豆幼苗光合色素含量的影响

利用分光光度法测定光合色素含量的结果列于表 2。

1. 缺铁降低叶片光合色素的含量 从表 2 可以看出, 培养在缺铁营养液的大豆幼苗, 其叶片光合色素含量低于培养在完全营养液的植株。例如, 在第一片三出叶期, NS-H-9、NS-H-11 和 NS-H-15 三个品系缺铁时的叶绿素含量分别比正常降低 77.14%、77.92% 和 70.95%, 而类胡萝卜素含量则分别降低 66.19%、66.01% 和 55.74%。其中, NS-H-15 的降低幅度低于另外两个品系。叶绿素含量的下降幅度大于类胡萝卜素。培养在缺铁营养液中的大豆幼株, 叶片呈浅黄色或黄白色。而叶绿素 a 和叶绿素 b 相比, 叶绿素 a 的下降幅度高于叶绿素 b (前者为 72.31—80.52%, 后者为 66.46—69.59%)。

表 2 铁对大豆幼苗叶片中光合色素含量的影响($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{DW}$)

Table 2 Effect of iron on photosynthetic pigment contents in leaf of soybean young plants($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{DW}$)

处理 Treatment	品系 Lines	叶绿素 a Chl. a	叶绿素 b Chl. b	叶绿素(a+b) Chl. (a+b)	叶绿素 a/ 叶绿素 b Chl. a/Chl. b	类胡萝卜素 Carotenoid	叶绿素/ 类胡萝卜素 Chl. /Carotenoid
第一片三出叶期 1st trifoliate leaf stage							
正常 Normal	NS-H-9	4.62	1.46	6.08	3.16	2.10	3.02
	NS-H-11	4.59	1.48	6.07	3.10	2.03	3.00
	NS-H-15	5.67	1.87	7.54	3.04	2.44	3.09
缺铁 Fe-deficiency	NS-H-9	0.90	0.49	1.39	1.84	0.71	1.96
	NS-H-11	0.89	0.45	1.34	1.98	0.69	1.94
	NS-H-15	1.57	0.62	2.19	2.53	1.08	2.03
分枝期 Branching stage							
正常 Normal	NS-H-9	4.97	1.61	6.58	3.09	2.12	3.11
	NS-H-11	4.86	1.59	6.45	3.06	2.06	3.13
	NS-H-15	5.96	2.01	7.99	2.98	2.55	3.13
正常转入缺铁 From normal to Fe-deficiency	NS-H-9	3.24	0.93	4.17	3.48	1.33	3.14
	NS-H-11	3.18	0.94	4.12	3.37	1.33	3.09
	NS-H-15	4.06	1.25	5.31	3.25	1.66	3.20
缺铁转入正常 From Fe-deficiency to normal	NS-H-9	3.45	1.06	4.51	3.24	1.48	3.04
	NS-H-11	3.36	1.05	4.41	3.19	1.41	3.13
	NS-H-15	4.28	1.31	5.59	3.27	1.82	3.07

2. 缺铁改变各种色素之间的比例 据有些材料介绍, 在正常情况下, 叶绿素 a 与叶绿素 b 含量之比为 3 : 1 左右, 而叶绿素与类胡萝卜素含量之比亦为 3 : 1 左右^[9]。所以, 正常的叶片呈绿色。根据我们的试验数据(表 2), 在正常条件下, 无论在第一片三出叶期或在分枝期, 也符合上述的规律性。但是, 在缺铁条件下, 各种色素含量之间的比值发生变化, 即比值趋于变小。例如, 在第一片三出叶期, 叶绿素 a 与叶绿素 b 的含量比为 1 : 1.84—2.53, 叶绿素与类胡萝卜素的含量比为 1 : 1.91—2.03 这种现象说明, 各种色素含量的下降并不是等速进行的, 而是存在着明显的差异。

参考文献

- [1] 白宝璋、史芝文主编, 1992, 《植物生理学》, 中国科学技术出版社, 第 43 页

- [2] Castelfranco, A. M. et al. 1982; Plant Physiol. , 69, 107—111
- [3] Christ, R. A. 1974; Plant Physiol. , 54, 582—585
- [4] Brown, J. C. et al. 1970; Soil Sci. Soc. Amer. Proc. , 34, 249—252
- [5] Brown, J. C. et al. 1971; Plant Physiol. , 25, 48—53
- [6] 白宝璋, 1989, 辽宁农业科学, 2, 8—13
- [7] 白宝璋, 1987, 中国油料, 4, 67—71
- [8] Saric, M. et al. 1978; Praktikum iz Fiziologije Biljaka, PP. 38—39
- [9] 潘瑞炽、董愚得主编, 1983, 《植物生理学》, (上册), 第二版, 高等教育出版社, 第 84—85 页

CHANGES OF DRY MATTER ACCUMULATION AND PHOTOSYNTHETIC PIGMENT CONTENTS IN YOUNG PLANTS OF SOYBEAN LINES UNDER IRON—DEFICIENT CONDITION

Bai Baozhang Wang Benchang Bai song Huang Liping

(Agronomy Department, Jilin Agricultural University, Chang chun, 130118)

Abstract

Iron (Fe) is one of the essential mineral elements required by crops. Changes of dry matter accumulation and photosynthetic pigment contents in young plant of three soybean lines (NS—H—9, NS—H—11, NS—H—15) under condition of Fe—deficiency have been described in this article. The experiments showed that Fe—deficiency resulted in significant decrease of dry matter accumulation in soybean young plants (40. 63%—70. 07%) and of photosynthetic pigment contents in chloroplast (decrease of chlorophyll was 65. 62%—77. 94%, carotenoid 55. 74%—66. 29%) under condition of nutrient solution culture. Sensitivity of root system to the Fe—deficiency was more evident than shoots. Resistance of NS—H—15 to Fe—deficiency was more significant than other two lines.

Key words Soybean seedling; Fe—deficiency; Dry matter accumulation; Photosynthetic pigment