

硼对油菜花器官发育和结实性的影响

张秀省 沈振国* 沈康

(南京农业大学农学系, 210095)

摘 要

在缺硼和正常供硼条件下,油菜花器官的含硼量明显高于叶片,尤其是雌蕊和雄蕊中的含量可达同期叶片的两倍左右;硼过量时则以叶片含硼量最高。缺硼导致雄蕊长度、干重下降,花药绒毡层异常,花粉囊分化受阻。缺硼和硼过量均使油菜单株有效角果数,每角果籽粒数及结角率、结籽率、油菜籽产量下降。硼对角果的胚珠数没有影响。与宁油 7 号相比,宁油 8 号油菜品种更易受缺硼和过量硼的影响。

关键词 硼,油菜,花器官形态,绒毡层,结实性

我国油菜种植面积占世界油菜总面积的四分之一,是产油菜籽最多的国家^[7]。但南方冬油菜主要产区的土壤有效硼含量较低^[4],严重影响油菜的产量和品质。很多研究表明,油菜不同器官的含硼量有较大差异,其中以花蕾、角果等的含量远较营养器官为高,指出硼在生殖器官的形成和发育过程中具有重要作用^[9,10,12],但其生理机制仍不清楚。缺硼植株的一个重要特征是不能形成或形成不正常的生殖器官,大量花蕾未受精而脱落,产量下降。随着单低(低芥酸)和双低(低芥酸和低葡萄糖硫甙)等优质油菜品种的选育和推广种植,油菜的硼素营养越来越受到人们的重视。本文从花器官的含硼量和形态结构方面探讨缺硼和过量硼对油菜结实性的影响及油菜品种间的差异。

一、材料与方 法

试验于 1989 年至 1991 年进行,试验方法采用土培。供试土壤采自江苏省溧水县傅家边林场。土培盆钵为塑料桶,每桶装土 10.0kg,每桶施 1.5gN($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)、0.8gP(KH_2PO_4)和 1.2gK(用 K_2SO_4 补充)。硼处理分三个水平:缺硼 (B_0)、正常硼 (B_1)和过量硼 (B_2)。添加一定量的硼酸以后,实测土壤热水溶性硼含量分别为 0.25、0.87 和 9.54 $\mu\text{gB/g}$ ±。氮、磷、钾肥及硼均在播前均匀拌入。供试油菜品种为宁油 7 号(常规品种)和宁油 8 号(低芥酸品种)。试验设三个重复。

在油菜盛花期取当天即将开放的花 15 朵,量其各部分长度、宽度。花药用卡诺液固定,70%酒精保存,铁矾苏木精染色,制成石蜡切片观察^[8]。含硼量用甲亚胺比色法测定^[11]。

二、结果与讨论

(一) 油菜花器官和叶片含硼量

* 通讯联系人

[The text in this section is extremely faint and illegible, appearing as a series of horizontal lines of noise.]

[The text in this section is extremely faint and illegible, appearing as a series of horizontal lines of noise.]

[The text in this section is extremely faint and illegible, appearing as a series of horizontal lines of noise.]

(二) 硼对花器官形态的影响

缺硼导致油菜花序顶端的花蕾失绿,甚至脱落,有的花瓣干枯皱缩,不能正常开花(照片 1)。有的花蕾柱头在开花前即伸出而枯萎;有的色泽不鲜艳,花丝、花药萎缩,花柱弯曲等(照片 2)。与正常油菜相比,缺硼使花瓣长度、宽度、雄蕊长度、花药宽度均明显减少,两品种都达到极显著水平(表 2)。缺硼还导致花器官及各部分干重减少(表 3),其中以雄蕊、花被及花托干重减少比较明显。缺硼对雌蕊长度和花药长度的影响较小,致使雄蕊长度/雄蕊长度比值增大(表 2)。

过量硼对油菜花器官形态的影响不明显,与正常植株相比,花器官的各部分长度和宽度虽有不同程度的减少,但两品种均未达到显著水平(表 2)。过量硼也有降低花器官干重的趋势(表 3)。

表 2 硼对油菜花器官形态的影响 (mm)

Table 2 The effect of boron on the floral morphology of rapeseed plants (mm)

品种 Variety	处理 Treatment	花瓣长 Length of petal	花瓣宽 Width of petal	雌蕊长 Length of Pistil	雄蕊长 Length of stamen	雌蕊长/ 雄蕊长 Pistil/Stamen length	花药长 Length of anther	花药宽 Width of anther
宁油 8 号	B ₀	11.1±0.9**	6.3±0.9**	7.2±0.7 ^{NS}	8.7±0.7**	0.81±0.07 ^{NS}	3.1±0.3	0.96±0.09**
	B ₁	13.8±1.4	8.4±0.8	7.4±0.6	10.7±0.7	0.69±0.03	3.4±0.3	1.17±0.04
	B ₂	13.8±0.6 ^{NS}	8.2±0.4 ^{NS}	7.3±0.4 ^{NS}	10.2±0.3 ^{NS}	0.70±0.04 ^{NS}	3.2±0.2 ^{NS}	1.14±0.03 ^{NS}
宁油 7 号	B ₀	11.0±0.8**	7.0±0.8**	7.5±0.5 ^{NS}	6.9±0.4**	1.10±0.10 ^{NS}	2.5±0.2 ^{NS}	0.91±0.08**
	B ₁	14.3±1.3	8.8±1.0	8.1±0.5	8.4±0.6	0.97±0.05	3.0±0.1	1.04±0.09
	B ₂	12.5±1.0 ^{NS}	7.9±0.6 ^{NS}	7.5±0.9 ^{NS}	7.8±0.7 ^{NS}	0.97±0.11 ^{NS}	2.8±0.2 ^{NS}	1.03±0.06 ^{NS}

** : $P < 0.01$, NS: No significant.

表 3 硼对油菜花器官干重的影响 (mg/花)

Table 3 The effect of boron on dry weight of flower (mg/flower)

品种 Variety	处理 Treatment	雄蕊 Stamen	雌蕊 Pistil	花被+花托 Perianth + receptacle	花总重 Total weight
宁油 8 号	B ₀	2.18±0.22	0.58±0.07	2.55±0.23	5.31±0.17
	B ₁	3.59±0.18	0.60±0.12	4.34±0.31	8.53±0.20
	B ₂	3.46±0.14	0.69±0.16	4.34±0.34	8.49±0.21
宁油 7 号	B ₀	2.92±0.09	0.90±0.06	5.20±0.23	9.02±0.12
	B ₁	3.54±0.21	0.95±0.05	6.65±0.31	11.2±0.18
	B ₂	3.01±0.30	0.97±0.13	5.63±0.48	9.61±0.39

(三) 硼对花药显微结构的影响

从油菜花药的横切面上可以看到,缺硼油菜花药成熟后在药室内侧残留一层异常肥大、染色很深的绒毡层细胞(照片 3、4),而正常花药的绒毡层已基本解体(照片 5、6)。缺硼导致花粉囊分化不良,几乎没有花粉粒或药室内仅存形状异常的花粉粒;有的花粉囊根本没有分化(照片 3, 照片 4)。一个花药的四个花粉囊均有可能产生异常现象,1 至 4 个

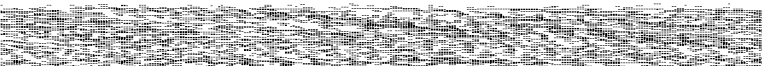


表 4 硼对油菜经济性状的影响
Table 4 The effect of boron on the economic characters of rapeseed

品种	处理	株高	主花序长度	每株一次分枝数	有效分枝率	每株总角果数	每株有效角果数	有效角果率	角果长度	每角果籽粒数	每角果胚珠数	结籽率
Variety	Treatment	Plant height (cm)	Length of main inflorescence (cm)	First branches/plant	Rate of effective branches (%)	Siliques/plant	Effective siliques/plant	Rate of effective siliques (%)	Length of silique (cm)	Seeds/silique	Ovules/siliques	Rate of seed-setting (%)
宁油 8 号	B ₀	96.6±3.9	20.6±2.0	62.9±0.9	32.2	38.0±3.3	5.0±0.9	13.2	3.1±0.3	5.6±0.5	29.4±1.5	19.0
	B ₁	168±3.7	53.2±3.2	3.3±0.7	94.8	70.8±3.8	45.4±2.9	64.7	5.5±0.2	17.8±1.2	29.5±1.6	60.3
	B ₂	158±4.1	42.4±4.0	4.6±0.9	71.9	64.1±3.4	29.7±3.2	46.3	4.6±0.4	13.1±1.3	29.3±1.3	44.7
宁油 7 号	B ₀	103±3.7	25.6±2.3	5.0±1.0	58.1	60.2±4.9	10.6±1.8	17.6	3.8±0.3	5.6±0.8	29.0±1.6	19.3
	B ₁	142±3.6	47.7±3.1	3.2±0.8	86.3	72.0±3.9	47.2±3.3	65.6	5.6±0.1	20.0±1.5	29.1±1.4	68.7
	B ₂	133±4.8	42.8±4.1	3.5±0.8	78.5	67.3±4.5	43.7±3.5	64.0	4.7±0.2	11.8±1.2	29.4±1.6	40.1

表 5 硼对油菜籽产量的影响
Table 5 The effect of boron on seed yield of rapeseed

品种	处理	主花序产量		分枝产量		总产量	
		Yield in main inflorescence (g/plant)	(%)	Yield in branch (g/plant)	(%)	Total yield (g/plant)	(%)
宁油 8 号	B ₀	0.19±0.02	41.3	0.27±0.03	58.7	0.46±0.03	100
	B ₁	1.53±0.25	50.8	1.48±0.26	49.2	3.01±0.26	100
	B ₂	0.86±0.07	61.0	0.55±0.05	39.0	1.41±0.06	100
宁油 7 号	B ₀	0.12±0.02	14.8	0.69±0.07	85.2	0.81±0.05	100
	B ₁	3.27±0.27	77.5	0.95±0.08	22.5	4.22±0.18	100
	B ₂	1.67±0.90	55.3	1.35±0.25	44.7	3.02±0.18	100

对角果中的胚珠数几乎没有影响,这与过去结果相同^[4]。

缺硼一方面导致主花序顶端较早枯死,花蕾、角果大量脱落,另一方面使油菜分枝数增多,分枝的花期延长。花后期虽部分能结成角果,但比正常植株的角果小,因而单株油菜籽产量仍明显减少(表5)。从构成产量的主花序和分枝产量看,正常植株主花序产量占单株产量的比例较大;缺硼油菜则以分枝产量所占比例较大。过量硼也降低油菜籽产量,但硼对主花序与分枝产量的影响程度因品种不同而有差异(表5)。

油菜结实率、结籽率很大程度上受花粉在柱头上的萌发状况影响。试验表明,油菜结实率、结籽率及单株产量均与花粉在柱头上的萌发量、萌发率呈极显著的正相关¹⁾。花粉萌发量和萌发率的下降一方面是由于其形态结构发生变化,另一方面与其生理代谢如呼吸作用、蛋白质合成异常有关^[2]。

供试的两品种中,与宁油7号相比,宁油8号既不耐低硼也不耐高硼。这与花药的生理变化相一致^[2],反映了不同油菜品种存在着对硼素反应的差异性^[3]。

参 考 文 献

1. 刘铮等,1980: 土壤中的硼和硼肥的应用。中国科学院微量元素学术交流会汇刊,78—86页,科学出版社。
2. 沈康等,1993: 油菜硼素营养与结实性的研究。作物学报,19(6): 539—545。
3. 沈振国和沈康,1991: 硼在油菜体内分配与运转的研究。南京农业大学学报,14(4): 13—17。
4. 沈振国等,1993: 硼氮效应与油菜生长的关系。南京农业大学学报,16(1): 21—26。
5. 李正理编著,1987: 植物制片技术。138—148页,科学出版社(第二版)。
6. 李扬汉主编,1984: 植物学。188—190页,上海科学技术出版社(第二版)。
7. 傅寿仲等编著,1983: 油菜的形态与生理。1页,江苏科学技术出版社。
8. 加藤幸雄,志佐诚著(周永春、刘端征译)1987: 植物生殖生理学。177页,科学出版社。
9. Dickinson, D. B., 1978: Influence of borate and pentaerythritol concentrations on germination and tube growth of *Lilium longiflorum* pollen. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 413—416.
10. Dugger, W. M., 1983: Boron in plant metabolism. Inorganic Plant Nutrition, Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, Vol 15. Laüchli, A., Bielecki, R. L. (eds). pp627—650, Springer-Berlin.
11. Page, A. L. 1982: Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, 2nd edition. Amer. Soc. of Agronomy, Inc. and Soil Sci. Soc. of Amer., Inc. Publisher. pp 431—446. Madison, Wisconsin.
12. Vasil, I. K., 1964: Effect of boron on pollen germination and tube growth. Pollen Physiology and Fertilization, Linskens, H. F. (ed). pp 107—119. North-Holland, Amsterdam.

1) 待发表试验结果。

EFFECT OF BORON ON FLORAL ORGANS DEVELOPMENT AND SEED-SETTING OF RAPESEED (*Brassica napus* L.)

Zhang Xiusheng, Shen Zhenguo* and Shen Kang

(Department of Agronomy, Nanjing Agricultural University, Nanjing, 210095)

Summary

Pot experiments were conducted to study the effects of boron on floral organs development and seed-setting of rapeseed (*Brassica napus* L.). The results are as follows: In boron-free (B_0) and boron-normal (B_1) plants, boron concentrations of floral organs were greater than those of leaves, especially with boron in pistil and stamen twice as high as that in leaves. But leaves had the greatest boron concentration when boron was excess (B_2). Boron deficiency led in reduction of the length and weight of stamen and in abnormality of anther tapetum development. Differentiation of pollen sac was inhibited. It was found that both boron deficiency and excess reduced the numbers of effective siliques per plant and seeds per silique, rate of siliques, rate of seed-setting, and rape seed yield. The effect of boron on the number of ovules per silique was not significant. Compared with Ningyou No. 7 (a high erucic acid type), Ningyou No. 8 (a low erucic acid type) was more sensitive to boron-deficiency and boron-excess.

Key words Boron nutrition, *Brassica napus* L., Floral morphology, Tapetum, Seed-setting

* Corresponding author.