

施用硼、磷对萝卜发生赤心症的影响

王金旺 吕秀荣 译

(河南省开封市蔬菜研究所)

笔者在前报中已阐明萝卜膨大根内部变褐的赤心症在生长后期温度高的情况下容易发生。而赤心症发生的情况则是由于农田不同,即是同一农田因地块不同而有差异。特别黑火山灰土土层深厚的地块,赤心症的发生较重。门野、林·石居曾报导,在黑火山灰土中有效硼非常少,称作“红心”的萝卜膨大根内部变褐症状是因土壤缺硼引起的。黑火山灰土的有效磷也很少,在有效磷特少的地块,赤心症的发生较重。据此报导,笔者在黑火山灰土上进行了不同磷酸盐和硼对赤心症防治效果的试验。认为所有磷酸盐和硼对萝卜赤心病都有防治效果。因该试验是在黑火山灰土上进行的,所以,硼和磷对不同类型土壤赤心症的防治效果还有待进一步探讨。

本报研究了不同土壤施用硼和磷酸对萝卜赤心症的防治效果,以及严重发生赤心症的黑火山灰土的过磷酸钙使用量与发生赤心症的关系。

笔者在前报中还证明赤心症与膨大根的多酚含量和多酚氧化酶含量之间有着密切的正相关。本试验用水培法探讨,硼和磷对膨大根内部变褐,以及对膨大根的多酚含量及多酚氧化酶活性的影响。

材料及方法

供试品种“夏早生3号”。试验分别在罔山县农业试验场的防雨设施内和罔山县八束村的农田进行。在防雨设施内:把宽1米、深20厘米的隔离槽放入地内,按株距24厘米播种2行。肥料用磷酸铵钾S604复合肥料。每公顷用氮1.3公斤,磷0.8公斤,钾1.1公斤。灌水在叶开始萎蔫时进行,以槽内土壤充分湿润为准。在八束村的试验,在宽1.4米垄上复盖喷涂聚乙烯薄膜的铝箔,株距24厘米,播种2行。施用萝卜专用复合肥,每公顷施氮1.0公斤,2.0公斤、钾1.0公斤。不进行灌水。

赤心症或膨大根内部的变褐程度:纵剖膨大根,直观判

断变褐的面积及颜色的轻重,将其分为0(无)、0.5(极轻)、1(轻)、2(轻重)、3(重)、4(极重)6个级别,用下式计算病情指数。

$$\text{病情指数} = \frac{\sum (\text{变褐等级} \times \text{该等级株数}) \times 100}{5 \times \text{调查株数}}$$

土壤的含硼量和膨大根硼的含有率用库鲁库敏法测定,土壤中有效磷的含量用托鲁沃古法测定,膨大根的磷含有率用布利NO.2法测定。膨大根的多酚(以下为PD)含量和多酚氧化酶(以下为PPO)活性用笔者前报(1992a)中的方法测定。

1. 不同类型土壤施用硼砂的效果 将代表罔山县旱地土壤的褐色低地土(砂土)、中粗粒黄色土(砂壤土)、细粒黄色土(粘壤土)、表层多腐殖的黑火山灰土(壤土)分别填入隔离槽。6月26日播种,播种后第15天到第40天用0.1%的硼砂水溶液浇灌四次,浇灌时也要给叶片喷洒硼砂水溶液。每区2.5平方米,重复2次,每区调查15株。

2. 不同类型土壤施用过磷酸钙的效果供试土壤同试验1。设置每公顷200公升过磷酸钙(P_2O_5 : 35公升)施用区和不施磷区。6月20日播种,每区20株,重复2次,8月24日调查。

3. 过磷酸钙对黑火山灰土的施用效果 试验在八束村的黑火山灰土地上进行。设置每公顷施用10、20、40、200公斤过磷酸钙试验区和不施磷区。6月8日播种,每小区20株,2次重复,8月7日调查。

4. 缺硼和不同液温对水培膨大根内部变褐的影响 实验1. 夏播栽培试验培养液用蒸馏水兑制。全部采用山崎配方,pH值调至6.2。5月2日播种于琼脂培养基,发芽后定植于育苗箱(60×50×45厘米),每区5株,重复2次,每小时通气15分钟。播种后第38天更换全部营养液,设置缺硼区和供硼区开始进行试验。按0.5PPM的硼和添加硼

砂,每日减少的营养液用蒸馏水补足。再设置高液温区和低液温区。高液温区为 $29.3^{\circ}\pm 0.3^{\circ}$,用电热线加温维持,低液温区不加温,液温保持在 $20.6^{\circ}\pm 0.6^{\circ}\text{C}$ 的范围内。播种后第 65 天进行调查。实验 2 冬播栽培试验营养液的调整实验 1、11 月 13 日播种于琼脂培养基,发芽后定植地育苗箱。每区 5 株,重复 2 次,播种后第 42 天全部更新营养液,设置缺硼区和供硼区开始试验。液温设置加温至 $27.9^{\circ}\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 的高液温区和不加温的低液温区,低液温区的液温保持在 $10.5^{\circ}\pm 1.3^{\circ}\text{C}$ 的范围内。播种后第 96 天进行调查。

5. 硼、磷组合处理对水培膨大根内部变褐的影响 11 月 10 日播种于琼脂培养基,发芽后定植于与试验 4 相同的育苗箱,在播种后第 66 天有 20 片展开叶时,全部更新营养液,将其加温至 30°C ,设置缺硼区、供硼区 (B: 0.5ml/l)、缺磷区和供磷区 (P_2O_5 0.5ml/l ; 2.0ml/l),进行组合处理。硼用硼酸,磷用正磷酸。每区调查 5 株,2 次重复。于播种后第 95 天进行,并测定其 PP 含量和 PPO 的活性。

结 果

1. 不同类型土壤施用硼砂的效果 赤心症的发生程度因土壤种类而异。除黑火山灰土外,其它三种土壤通过施用硼砂,膨大根的硼含有率增大,赤心症的危害程度减轻。在黑火山灰土区施硼不能抑制赤心症的发生,膨大根的硼含有率也没有提高。这表明在赤心症发生较轻的区,膨大根的硼含有率较高(第一表)。另外在褐色低地土区还观察到可能是因施硼在叶缘产生了过剩症状的枯斑。

2. 不同土壤施用过磷酸钙的效果 赤心症的发生因土壤种类不同而有差异。但所有土壤通过施用磷肥其赤心症的发生均有所减轻(第 2 表),尤其是黑火山灰土和细粒黄色土膨大根的增重和抑制赤心症的效果比褐色低地土和粗粒黄色土的效果更好。尽管在中粗粒黄色土和褐色低地土区观察到了由施用磷所发生的磷过剩症状即枯叶症(川合、小野 1985),但很难看到赤心症的发生。

3. 黑火山灰土施用过磷酸钙的效果 萝卜生育前期降雨过多,田间过湿,生育后期降雨适度,生长正常。通过施用过磷酸钙膨大根的重量增加了。而赤心症的发生则因过磷酸钙的用量不同而有差异。每公顷 10 公斤区和不施区没有差异,每公顷 20 公斤以上区的赤心症的发生明显减少。40 公斤区比 20 公斤区减少较多,而与 200 公斤区则无差异。土壤的有效磷随过磷酸钙施用量的增加而增加。在 20 公斤以上的区,膨大根的磷含有率随施用量的增加而提高。(第 3 表)

4. 缺硼和液温对水培膨大根内部变褐的影响 实验 1 夏播栽培的影响水培膨大根内部变褐在中柱和皮层都能看到,在土培时则看不到皮层变褐。中柱变褐也与土培时发生的赤心症稍有差异。中柱变褐在缺硼区较重。缺硼区和供硼

区的中柱变褐在高液温区比低液温区严重。皮层变褐在给硼区没有发生。膨大根的硼含有率,在高液温区和低液温区的缺硼区都比其供硼区的低。而缺硼区的膨大根硼含有率,则高液温区比低液温区高。这表明,在缺硼区,尽管高液温区的膨大根的硼含有率比低液温区较高,而其中柱变褐的危害程度却较重(第 4 表)。实验 2 冬播栽培的影响与夏播试验一样,膨大根内部变褐在中柱和皮层能够看到。中柱变褐在低液温区没有发生,仅发生在高液温区,在高液温区的缺硼区的中柱变褐程度比供硼区大。皮层变褐仅在高液温区和低液温区的缺硼区发生,高液温区的危害程度比低液温区大。膨大根的硼含有率在缺硼区较低,高液温区的缺硼区和供硼区的膨大根硼含有率均比低液温区的高(第 5 表)。这表明,即使在冬播试验中,尽管高液区缺硼区的膨大根硼含有率高于低液温区的缺硼区,而其中柱和皮层的危害程度仍较大。

5. 组合施用硼和磷对水培膨大根内部变褐的影响 膨大根内部变褐能在中柱和皮层看到。中柱变褐与发生于土培的赤心症有少许差异。膨大根的内部变褐在缺硼区能够看到,在供硼区能否看到则与磷的有无有关。在缺硼区的 0.5ml/l 磷区比其缺磷区的危害程度较轻。缺硼区和供硼区的膨大根 PP 含量均比高磷区的低,而缺硼区和供硼区之间没有差异。膨大根的 PPO 活性在缺硼区极高,在高磷区较低(第 6 表)。

考 察

1950 年代以来,系贺、门野、川城等人在不同地区的研究都表明,萝卜膨大根内部变褐之症状是由于土壤缺硼而产生的。从症状上看,与冈山县发生的赤心症相同。然而,给黑火山灰土大量施硼砂,却不能有效抑制赤心症的发生(川合 1991)。而在本试验中,不同土壤施用硼砂的结果表明。在褐色低地土、中粗粒黄色土和细粒黄色土区,施用硼砂能抑制萝卜赤心症的发生,对黑火山灰土区则无效。林·石居(1968)认为,由于火山灰土对硼的吸附能力强,所以施硼对抑制赤心症无效。由门野(1961)称谓“红心”的萝卜膨大根的硼的含有率为 15PPM,而正常的膨大根的硼含有率在 20PPM 以上。在本试验中,膨大根的硼含有率虽然在 20—30PPM,赤心症的发生仍较重。即使膨大根的硼含有率在 50PPM 以上,叶缘出现有硼过剩症状的区,也仍有轻微的赤心症发生,不能完全抑制。

笔者(1992a)曾报导,赤心症在高温条件下发生较多,在低温条件下则不发生。在水培试验条件下,膨大根的变褐与赤心症的症状有一定的差异,它因缺硼引起的危害程度较大,所以认为是由于缺硼而引起的。在生长后期迁到高温、强日照的夏播栽培试验中,尽管其膨大根的硼含有率比冬播栽培试验的高,然而其膨大根变褐的危害程度亦大。另

北方园艺 (总 105) 43

表 1 不同类型土壤施用硼砂对内部变褐的效果

土壤类型	施硼(+)		内部变褐		根内硼 含有率 (mg/100g 干物质)
	不施硼(-)	根 重 (g)	发病率 (%)	病情指数 z	
褐色低地 土(砂土)	+	352±28x	37	11	5.93
中粗粒黄色 土(砂壤土)	-	488±31	79	27	2.46
细粒黄色 土(粘壤土)	+	388±27	41	12	5.94
黑火山灰 土(壤土)	-	334±24	51	19	2.85
	+	391±32	55	22	2.83
	-	377±24	56	29	2.01
	+	386±23	74	30	2.42
	-	383±23	61	25	2.94

z: $\Sigma(\text{内部变褐等级} \times \text{植株数}) \times 100 / (5 \times \text{总株数})$, 笔者根据以下数据分类:

0: 无 0.5 极轻 1.0—3.5 轻 4.0: 重 5.0: 极重

y: 每公顷施硼 91g

x 平均值±SD

表 2 不同类型土壤施用过磷酸钙对根内变褐的效果

土壤类型	有(+), 无 过磷酸钙 z	根 重 (g)	内部变褐		根内磷 含有率 (%干物质)
			发病率 (%)	病情指数 z	
褐色低地 土(砂土)	+	463±20y	7	1	0.85
中粗粒黄色 土(砂壤土)	-	488±24	40	7	0.54
细粒黄色 土(粘壤土)	+	473±27	9	1	1.14
黑火山灰土	-	474±21	47	7	0.86
	+	529±23	13	2	0.62
	-	456±22	75	14	0.37
	+	771±26	25	3	0.61
	-	565±25	54	15	0.34

z: 每公顷施 17.5 公斤 P_2O_5 ; y: 平均值±SD x 见表 1

表 3 黑火山灰土施用过磷酸钙对根内部变褐及其含磷量的影响

过磷酸钙 (公斤/公顷)	P_2O_5 含量(公斤 /公顷)	根 重 (克)	内部变褐		根部磷 含有率 (%干物质)
			发病率 (%)	病情指数 z	
0	0.0	501±18z	67	20	0.88
10	1.8	618±33	62	17	0.84
20	3.5	647±28	46	9	0.92
40	7.0	582±25	20	3	1.04
200	35.0	775±26	19	2	1.28

z: 平均值±SD y: 见表 1

表 4 夏播萝卜硼在不同温度的培养液中对根内部变褐的影响

加热(+) 不加热 (-),	有硼(+) 无硼 (-),	根重 (g)	根部中柱 变褐值 ^x	根部皮层 变褐值 ^x	根部硼 含有率 (mg/100g 干物质)
+	-	204±43y	73	23	2.99
+	+	118±39	13	0	3.76
-	-	229±38	35	20	2.14
-	+	311±55	3	0	4.05

z: 从播后第 38~65 天进行处理。高液温区保持在 29.3°±0.3℃ 低液温区保持在 20.6°±0.6℃

y: 平均值±SD

x: 见表 1

表 5 冬播萝卜硼在不同培养液中对根内部变褐的影响

加热(+) 不加热 (-),	有硼(+) 无硼 (-),	根重 (g)	根部中柱 变褐值 ^x	根部皮层 变褐值 ^x	根部硼 含有率 (mg/100g 干物质)
+	-	287±51y	56	51	1.06
+	+	301±58	2	0	1.91
-	-	268±48	0	4	0.58
-	+	244±43	0	0	1.51

z: 播后第 42~96 天处理, 高液温压保持在 27.9°±0.1℃, 低液温区控制在 10.5°±1.3℃

y: 平均值±SD x: 见表 1 溶液总量是 205±16 日气温 11.4°±0.5℃

表 6 硼、磷的有无对根内变褐及多酚氧化酶活性的影响

处理		根重 (g)	根部中柱 变褐值 ^x	根部皮层 变褐值 ^x	PP 浓度 (mg/ 100ml)	PPO 活性 (10 ⁻³ OD420 /10 ² /0.1ml 压液)
B (mg/升)	P_{qB_2}					
0.0	0.0	100±23y	44	52	38.3±0.2	151±15
0.0	0.5	96±24	36	48	35.0±1.2	113±13
0.5	0.0	180±50	0	0	40.0±1.2	80±6
0.5	0.5	211±51	0	0	37.5±1.2	76±10
0.5	2.0	216±36	0	0	31.3±0.0	65±5

z: 11 月播后第 66~95 天处理, y: 平均值±SD x: 见表 1

W: 5ml 0.1M 磷的缓冲液在根内相当于 15 克磷在 10 分钟的潜伏期之后, 光密度为 420 微微米。

外,高液温区的膨大根的硼含有率高于低液温区,其膨大根变褐症状的危害程度也高于低液温区。川城等(1988)报导。赤心症仅在高温区发生,施硼可减轻其危害程度,其膨大根的硼含有率随温度增加而提高。田中(1966)在青萍试验中发现缺硼的青萍体内的硼能级因受光量而异,光强度越高,缺硼青萍体内的硼能级亦越高。据上所述,在高温强日照条件下种植萝卜,仅施用硼肥很难防止赤心症的发生。其原因有二。

第一,即使大量地施用硼,在高温下生长的萝卜的硼含有率,其叶子仍相对的比根高(川城 1988a,1988b)。当蒸腾作用变得活跃时,由根吸收的硼,则随蒸腾流向叶子移动。因而,即使施用比叶子产生硼过剩现象还要多的硼,而根部的硼仍处在不足状态。

第二,在高温下生长的萝卜,其 PPO 活性较高,抑制 PPO 活性则需要多的硼。于是温度越高,就会合成更多的 PP(高桥 1985)。笔者(1992a)也证明,在高温条件下,随着赤心症的发生,PP 的含量增加,PPO 的活性提高。硼有抑制 PPO 活性的作用(高桥 1985)。因缺硼所引起的植物组织变褐,是由于 PPO 氧化为 PP 而引发的(休科尼库,1975)。在本试验中,从缺硼区 PPO 活性极高这一事实也说明缺硼对萝卜也有同样的作用。

对于赤心症与磷的关系,笔者(1991)(认为施用过磷酸钙磷肥能有效地抑制赤心症的发生,赤心症的发生与膨大根的磷含有率密切相关。在本试验中也表明赤心症的发生随着过磷酸钙用量的增加而减少,膨大根的磷含有率也随之提高。至于施用过磷酸钙时与磷一起施入的钙,已经笔者(1991)证实,施用碳酸钙完全不能抑制赤心症的发生。据上所述,笔者认为膨大根中的磷对抑制赤心症的发生起着主导作用。

紫稻的花色苷色素随磷的减少而增加(藤原、门协 1960),樱花属的花色苷含量随着磷的浓度增加而减少(Ishikura 1989)。Chandler. Dodds(1983)和 RenRel. Kordan(1988)曾报导,低浓度的磷有利于酚的形成。笔者在前报(1992a)中指出,在膨大根中大量生成 PP,PPO 的活性高则导致赤心症的发生。通过硼和磷组合处理的水培试验,也看到营养液的磷浓度越高。膨大根的 PP 含量越少,PPO 活性也随之降低的现象。

抑制赤心症发生的磷肥以过磷酸钙的效果最好(川合 1991)。本试验的结果表明,过磷酸钙的适宜用量以每公顷 40 公斤的效果最好。土壤中的有效磷的适宜范围通常为 30~100mg/100g(高桥 1986),对萝卜来说 18mg/100g 是适量的(渡边 1986)。本试验的结果表明,就黑火山灰土而言,有效磷为 20mg/100g 时对赤心症的抑制效果较差,有效抑制赤心症发生的有效磷浓度需要在 40mg/100g 以上。

关于赤心症的发生与硼和磷的关系,从水培试验缺硼区膨大根内部变褐通过增磷能减轻其危害程度和笔者(1992b)以前的试验,即在缺硼土壤施用过磷酸钙能减轻膨大根所发生的生理障碍这两个相同的结果来看,我们认为硼和磷的相互作用,才能有效地抑制赤心症的发生。本试验和笔者以前的试验(1991)结果还表明,通过施硼抑制赤心症的发生是由于减少了膨大根的 PP 含量和降低了 PPO 的活性。然而在水培试验中,因缺硼而变褐的膨大根,其 PPO 活性极高而 PP 的含量却没有增加。因此,我们认为赤心症发生的主要原因,与其说是 PP 含量增加所致,还不如说是由于 PPO 活性的增大而引起的。

摘要

本文探讨了不同土壤施用硼和磷对夏播萝卜发生赤心症的防治效果。在用水培法验证其试验结果的同时,还调查了膨大根的 PP 含量和 PPO 的活性。

1. 褐色低地土(砂土)和中粗粒黄色土(砂壤土)通过施用硼砂降低了赤心症的发病株率,提高了膨大根的硼含有率。黑火山灰土即使施用硼砂也不能抑制赤心症的发生,其膨大根的含硼率也没有提高,只有施用过磷酸钙,才能抑制赤心症的发生,提高膨大根的硼含有率。

2. 水培条件下的膨大根内部变褐是由缺硼引起的,其危害程度在高液温区(28~29℃)比低液区(11~21℃)严重。膨大根的硼含有率在高液温区亦比低液区高。这表明,膨大根的内部变褐仅用其硼含有率的高低是不能说明问题的。

3. 在水培试验中,如果缺硼,则膨大根的 PPO 活性就会提高,而 PP 的含量却没有增加。再者,在供硼的条件下,即使缺磷,也没有发现膨大根内部变褐的现象;而在缺硼条件下,如果提高磷的浓度,则膨大根的 PPO 活性就降低,内部变褐的危害程度也随之减少。因此,赤心症的发生与其说是由于 PP 含量的增加,不如说成是 PPO 活性的提高所引起的。

译自日本《园艺学会杂志》第 62 卷第 1 号 165—172 页。1993. 作者:川合贵雄等)

一种新的桥接法

果树生产中常采用植幼树来桥接患腐烂病的大树,但新植幼树要经过一段时间的缓苗期才能逐渐向病树输送营养,而且在定植后的 3 年根系功能较弱,不能及时地满足多年生大树对营养的需要。为此,我们进行了幼树下接根、上桥接的试验,并取得较理想的效果。

北方园艺 (总 105) 45