

苹果苦痘病与果实内矿质养分平衡状况的相关性分析

王春枝¹, 刘丽杰¹, 朱福磊¹, 许大志², 徐冰²

(1. 沈阳农业大学 土地与环境学院, 辽宁 沈阳 110164; 2. 瓦房店市农业技术推广中心, 辽宁 瓦房店 116300)

摘要: 对大连瓦房店地区苹果苦痘病病害程度不同的红富士苹果果实进行了氮、磷、钾、钙、镁、铁、锰、铜、锌、硼、钼含量的测定。结果表明: 苦痘病的病害程度与苹果果实内的含氮量呈极显著正相关关系, 即苦痘病越严重, 果实内的含氮量越高; 苦痘病的病害程度与苹果果实内的氮/钙比呈极显著正相关关系, 即果实内氮含量越高, 钙含量越低, 苦痘病越严重; 病害程度与苹果果实内的钙/(钾+镁)比呈极显著负相关关系; 病害程度与果实内的铜含量呈极显著正相关关系; 病害程度与果实内的磷、钾含量无显著的相关关系。试验得出: 苹果果实内氮含量过高, 是导致苦痘病发生的重要因素。

关键词: 苹果苦痘病; 果实; 养分平衡; 相关关系

中图分类号: S 436.611.1⁺9 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2009)08-0058-03

苹果苦痘病是苹果果实的主要生理病害, 以红富士、乔纳金、国光等品种发病较重, 特别近几年在套袋苹果上更为突出, 严重影响了果品质量和经济效益。人们对苹果苦痘病的研究已经有百余年的历史, 欧美学者认为, 苹果苦痘病是由于缺钙引起的(Fuster, 1984), 日本学者山崎利彦等指出, 苹果苦痘病的发生主要是高氮、低钙造成的^[1]。国内学者于绍夫^[2]报道指出, 苹果苦痘病的这种症状常称为钙营养失调症, 而氮与缺钙失调症呈正相关关系。也有学者认为, 苹果苦痘病的发生与果实中的钙/(钾+镁)比有关, 当该比值降低时, 会加重苦痘病的发生^[3]。大量试验结果表明: 果实含钙水平低, 是发生苦痘病的一个因素, 但不是惟一因素, 还有其他因素^[4]。在诸多因素中, 苹果果实中的含氮量, 对发生钙营养失调症有比其他因素的作用都要大的影响。苹果果肉中的氮/钙比一般在 10~30。当氮/钙比为 10 时, 果实一般不发生钙失调症; 当氮/钙比达 30 时, 多数情况下将发生钙失调症。为此, 于 2007 年对瓦房店地区病害程度不同的红富士苹果果实作了氮、磷、钾、钙、镁、铁、锰、铜、锌、硼、钼含量的测定, 探明苦痘病的病害程度与果实内养分含量的关系。以期通过合理施肥这个有效途径来从整体上提高苹果树抗苦痘病的能力。

1 材料与方法

1.1 采样地点

于 2007 年秋季在瓦房店市驼山乡和阎店乡选栽培

管理水平相对一致、10~15 a 生的 50 个果园采集红富士苹果果实。其中正常果园 3 个, 苦痘病果园 47 个, 其中 1 级病害果园 23 个, 2 级病害果园 9 个, 3 级病害果园 15 个。

1.2 样品采集的方法和制备

果园样品采集时间为果实成熟期(10 月 11 日)。在每个果园选取 3~5 株苹果树, 并按照随机取样原则, 于 1.5 m 高处的树冠外围选取大小相近、成熟度一致的果实, 整理好后装袋, 贴好标签。在 95℃下杀青, 60℃烘干、粉碎。

苹果苦痘病病害级别的分级标准^[5]为: 0 级: 果实无病; 1 级: 发病率达 5% 以下, 果实表面有 1~2 个病斑, 病斑较小, 直径 3~5 mm; 2 级: 发病率达 10%, 果实表面有病斑 3~5 处, 病斑较大, 直径达 5~8 mm; 3 级: 发病率高达 20%~30%, 果实表面病斑较多, 多达 8~10 处, 病斑直径达 1 cm, 病斑果面、病部果皮组织坏死、褐色、海绵状, 呈半圆形、圆锥形深入果肉内部, 果皮约 0.5 cm 的一层果肉不堪食用^[6]。

1.3 样品分析方法

果实 N、P、K 元素用 H₂SO₄-H₂O₂ 消解, 分别采用半微量凯氏法测氮、钒钼黄比色法测磷、火焰光度法测钾; 果实 Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、B、Mo 元素用电感耦合等离子发射光谱仪测定。

2 结果与分析

2.1 病害程度与果实内氮、磷、钾含量及平衡状况关系

以前的营养诊断主要是以叶片为诊断标准(Chapman 等, 1986), 国内学者曲复宁对苹果苦痘病研究结果表明, 果实中营养元素与发病率的相关性比叶片显著且有规律, 因此针对果实生理病害果实诊断是必要的^[1]。

第一作者简介: 王春枝(1958-), 女, 辽宁省朝阳人, 教授, 现主要从事植物营养学的教学与科学研究工作。E-mail: wangchzh024@163.com.

收稿日期: 2009-03-10

对不同病害级别的苹果氮、磷、钾含量进行测定(见表 1),并考察病害级别值与果实内养分含量的相关关系。结果表明,随着病害级别值的增加,果实内的全氮量逐渐增加,0 级、1 级、2 级、3 级果实含氮量依次增加 9.73%、51.27%、21.80%, r 值为 0.7094,经显著性测验,呈极显著正相关关系。果实内的全磷、全钾含量与苹果苦痘病病害程度的相关系数分别为 0.0585、0.1779,未达到显著水平,即苦痘病病害程度与苹果果实内的全磷、全钾含量无显著的相关关系。病害程度与果实的氮/磷比、氮/钾比呈极显著正相关关系,与果实的磷/钾比无显著相关关系。由此推论果实内含氮量越高,苦痘病病害程度越严重。

表 1 苹果苦痘病的病害程度与果实内氮、磷、钾含量及其比值的关系

Table 1 Correlation of disease extent of apple bitter pit with the contents of N, P, K and ratio in fruits					
养分种类 Nutrient kinds	不同病害级别苹果果实的养分平均含量 Average nutrient levels content of the apple fruits of different diseases / %				相关系数 Correlation coefficient(r)
	3	2	1	0	(n=50)
N	0.7508	0.6165	0.4075	0.3714	0.7094 **
P	0.0562	0.0623	0.0542	0.0459	0.0585
K	1.3239	1.5314	1.2195	1.1402	0.1779
N/P	15.5601	15.3511	9.1822	8.3331	0.3732 **
N/K	0.6025	0.4160	0.3473	0.3407	0.5754 **
P/K	0.0457	0.0438	0.0486	0.0433	-0.0254

注: $r_{0.05}=0.273$, $r_{0.01}=0.372$, *, ** 分别表示相关关系达显著、极显著水平。

2.2 病害程度与果实内钙、镁含量及其平衡状况关系

由表 2 可以看出,随着病害级别的增加,果实内的钙含量依次降低,相关分析结果表明果实内钙含量与苹果苦痘病病害程度的相关系数为-0.6666,呈极显著负相关关系。根据美国果树营养学家福斯特提出,苹果果肉的正常含钙水平是干物重的 0.01%~0.03%,果皮和果心含钙比果肉高 2~4 倍。果肉含钙量达 0.025%,即可防止发生钙营养失调症,但钙营养失调症的发生并非完全起因于含钙水平低^[7]。由表 2 测定结果显示,不同病害级别果实中的钙含量均大于 0.03%,并没有防止钙营养失调症的发生,由此可判断钙水平低并非是发生钙营养失调症的唯一因素。随着病害级别的增加,果实内镁含量逐渐增加,呈正相关关系, r 值为 0.3079,达显著水平。

表 2 结果显示,果实内的氮/钙比随着病害级别的增加而增加,0 级、1 级、2 级、3 级果实氮/钙比依次增加 28.00%、93.75%、28.75%,病害程度与果实氮/钙比的 r 值为 0.8169,呈极显著的正相关关系,即果实内氮含量越高,钙含量越低,苹果苦痘病越严重,其中氮素含量的多少起主要作用。果实中的钙/(钾+镁)比与病害程度的相关系数为-0.4748,呈极显著的负

相关关系。

表 2 苹果苦痘病的病害程度与果实内钙、镁含量及氮/钙比、钙/(钾+镁)比的关系

Table 2 Correlation of disease extent of apple bitter pit with the contents of Ca, Mg, N/Ca, Ca/(K+Mg) in fruits					
养分种类 Nutrient kinds	不同病害级别苹果果实的养分平均含量 Average nutrient levels content of the apple fruits of different diseases / %				相关系数 Correlation coefficient(r)
	3	2	1	0	(n=50)
Ca	0.0312	0.0343	0.0447	0.0488	-0.6666
Mg	0.0659	0.0558	0.0555	0.0525	0.3079 *
N/Ca	24.2174	18.8103	9.7084	7.5845	0.8169 **
Ca/(K+Mg)	0.0237	0.0223	0.0369	0.0425	-0.4748 **

2.3 病害程度与果实内微量元素含量及平衡状况关系

由表 3 可以看出,苹果苦痘病病害程度与果实内 Cu 含量的相关系数为 0.5296,经显著性测验,呈极显著正相关关系,即随着病害级别值的增加,果实内 Cu 含量显著增加。病害程度与果实内的 Zn、B 含量呈显著的负相关关系。病害程度与果实内的 Fe、Mn、Mo 含量的 r 值分别为 0.2864、-0.0816、0.1413,均未达到显著水平,没有表现出相关显著性,即苹果苦痘病严重与否与果实内的 Fe、Mn、Mo 含量没有太大关系。

表 3 苹果苦痘病的病害程度与果实内微量元素含量的关系

Table 3 Correlation of disease extent of apple bitter pit with the contents of trace elements in fruits					
养分种类 Nutrient kinds	不同病害级别苹果果实的养分平均含量 Average nutrient levels content of the apple fruits of different diseases / mg * kg ⁻¹				相关系数 Correlation coefficient(r)
	3	2	1	0	(n=50)
Fe	7.2269	2.7044	4.4799	4.2480	0.2864
Mn	2.9608	2.5919	2.8915	4.3900	-0.0816
Cu	0.4990	0.3868	0.2827	0.2184	0.5296 **
Zn	2.7051	3.4157	6.4935	6.4508	-0.3707 *
B	7.7197	7.6550	9.7781	13.0518	-0.3420 *
Mo	0.1740	0.1344	0.1573	0.0756	0.1413

注: $r_{0.05}=0.288$, $r_{0.01}=0.393$ 。

表 4 数据显示,果实中的 Ca/Fe、Ca/Cu、Ca/Mo 比与病害程度均呈极显著负相关关系,即果实中的 Ca 含量越低,Fe、Cu、Mo 含量越高,苦痘病越严重。病害程度与果实中的 Mg/Cu 比呈显著的负相关关系。病害程度与果实中的 Mg/Zn、Cu/Zn、Cu/B 比呈显著正相关关系,即果实中的 Mg、Cu 含量越高,Zn、B 含量越低,苦痘病越严重。

3 结论与讨论

通过对不同病害程度的红富士苹果果实的养分含量的测定,表明苹果苦痘病严重与否与果实内全氮含量呈极显著正相关关系,即果实内氮含量越高,果实病害越重。苦痘病病害程度与果实内的磷、钾含量没有显著的相关关系。病害程度与果实的氮/磷比、氮/钾比呈极

显著正相关关系,与果实的磷/钾比无显著相关关系。

表4 苹果苦痘病的病害程度与果实内养分含量比值的关系

Table 4 Correlation of disease extent of apple bitter pit with the nutrient contents ratio in fruits

养分种类 Nutrient kinds	不同病害级别苹果果实的养分比 Average nutrient levels content ratio of the apple fruits of different diseases				相关系数 Correlation coefficient(<i>r</i>) (<i>n</i> = 45)
	3	2	1	0	
Ca/ Fe	78. 9674	128. 2008	211. 6518	233. 1955	—0. 4407 **
Ca/ Cu	769. 9983	1 372. 7488	2 086. 1632	2804. 4904	—0. 5654 **
Ca/ Mo	2 407. 5596	3 769. 2975	4 559. 7253	6 701. 6527	—0. 4859 **
Mg/ Cu	1 563. 8591	2 374. 0078	2 742. 5312	3 291. 1806	—0. 3605 *
Mg/ Zn	478. 1480	246. 4795	221. 4370	85. 7802	0. 2969 *
Cu/ Zn	0. 3056	0. 1487	0. 1456	0. 0325	0. 3734 *
Cu/ B	0. 0790	0. 0541	0. 0397	0. 0167	0. 3712 *

苦痘病病害程度与果实内的钙含量呈极显著负相关关系,与果实中氮/钙比呈极显著正相关关系,即果实中的氮含量越高,钙含量越低时,苹果苦痘病越严重;病害程度与果实内的镁含量呈显著正相关关系,与果实的钙/(钾+镁)比呈极显著负相关关系,即果实内钙含量越低,钾、镁含量越高,苦痘病越严重。

苦痘病病害程度与果实内的铜含量呈极显著正相关关系,与果实的钙/铜比呈极显著负相关关系,与镁/铜比呈显著负相关关系;病害程度与果实内的锌、硼含量呈显著负相关关系,与镁/锌、铜/锌、铜/硼比呈显著正相关关系;果实中的铁、锰、钼含量与病害程度没有显著的相关性,但其钙/铁、钙/钼比呈现极显著的负相关关系。

结合该区施肥现状,氮肥的过量施入是导致苦痘病大面积泛滥的一个重要原因。为了预防苦痘病的发生,应控制氮肥,减少铜的使用量;增施钙肥以及硼、锌的使用量。控制氮肥的大量施入要比增施钙肥更容易得到实效。

参考文献

[1] 曲复宁. 苹果苦痘病与果实矿质营养含量动态变化的相关性分析[J]. 中国果品研究, 1996(1): 6-8.

[2] 于绍夫. 苹果的氮、钙营养与苦痘病相关性的研究[J]. 烟台果树, 1987(1): 11-18.

[3] 于忠范, 姜学玲, 张广和, 等. 烟台苹果苦痘病发生原因及防治技术初探[J]. 烟台果树, 1996(3): 6-8.

[4] Fidler J C, Wilkinson B G. Bitter pit and associated disorders. In The Biology of Apple and Pear Storage[M]. Commonwealth Agricultural Bureau, 1973: 103-131.

[5] 季兰, 贾萍, 苗保兰, 等. 苹果树腐烂病病害程度与树体及土壤内含钾量的相关性[J]. 山西农业大学学报, 1994, 14(2): 141-144.

[6] 薛志成. 苹果苦痘病发生的原因及防治措施[J]. 北京农业, 1999(8): 16.

[7] Faust M. Physiology of temperate zone fruit trees[M]. New York: John Wiley & Sons, 1989: 89-95.

[8] 中国农业科学院果树研究所、柑桔研究所. 中国果树病虫害[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.

[9] 牟兴华, 张善云. 苹果苦痘病综合防治新技术[J]. 河北果树, 2006(1): 41.

[10] 陈策. 苹果苦痘病和其他几种果实钙营养失调症[J]. 落叶果树, 2006(3): 10-13.

[11] 汪良驹, 姜卫兵, 何岐峰, 等. 苹果苦痘病的发生与钙、镁离子及抗氧化酶活性的关系[J]. 园艺学报, 2001, 28(3): 200-205.

[12] 赵同生, 于丽辰, 焦蕊, 等. 钙素营养与套袋苹果苦痘病的关系[J]. 果树学报, 2007, 24(5): 649-652.

Correlation Analysis of Apple Bitter Pit Disease with The Mineral Nutrients Balance in Fruits

WANG Chun-zhi¹, LIU Li-jie¹, ZHU Fu-lei¹, XU Da-zhi², XU Bing²

(1. Land and Environment College, Shenyang Agricultural University, Shenyang Liaoning 110161, China; 2. Wafangdian City Agricultural Technology Promotion Center, Wafangdian, Liaoning 116300, China)

Abstract: The contents of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, manganese, copper, zinc, boron, molybdenum were analyzed in fruits of Fuji apple trees which had different disease extent of apple bitter pit disease in Dalian Wafangdian region. The results showed that: The disease extent of apple trees were significantly positive correlated with the contents of nitrogen in fruits, that was, the more serious disease bitter pit, the higher contents of nitrogen in fruits; The disease extent of apple trees were significantly positive correlated with the nitrogen/calcium in fruits, that was, the higher contents of nitrogen and the lower contents of calcium in fruits, the more serious disease bitter pit; The disease extent of apple trees were significantly negative correlated with the calcium/(potassium+magnesium) in fruits; The disease extent of apple trees were significantly positive correlated with the contents of copper in fruits; The disease extent of apple did not show significant correlation with the content of phosphorus, potassium in fruits. It could be concluded that the apple fruit with high nitrogen content, leading to bitter pit was an important factor for disease.

Key words: Apple bitter pit disease; Fruit; Nutrient balance; Correlation