

TS. NGUYỄN XUÂN TRƯỜNG

---

Phân bón  
& Vi lượng  
Siêu vi lượng



NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

# MỤC LỤC

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>LỜI GIỚI THIỆU .....</b>                                        | <b>11</b> |
| <b>Chương 1 KHÁI QUÁT VỀ DINH DƯỠNG CÂY TRỒNG .....</b>            | <b>13</b> |
| 1.1 DINH DƯỠNG THIẾT YẾU VỚI CÂY TRỒNG.....                        | 13        |
| 1.2 PHÂN LOẠI DINH DƯỠNG ĐA, TRUNG VÀ VI LƯỢNG .....               | 14        |
| MỘT SỐ HÌNH ẢNH TRIỆU CHỨNG THIẾU HỤT VI LƯỢNG VỚI CÂY TRỒNG ..... | 17        |
| <b>Chương 2 KẼM .....</b>                                          | <b>25</b> |
| 2.1 ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA CỦA KẼM.....                                  | 25        |
| 2.2 KẼM TRONG ĐẤT .....                                            | 27        |
| 2.2.1 Dạng kẽm trong đất.....                                      | 27        |
| 2.2.2 Kẽm tổng số trong đất .....                                  | 28        |
| 2.2.3 Kẽm hữu hiệu trong đất.....                                  | 28        |
| 2.2.4 Yếu tố ảnh hưởng đến kẽm hữu hiệu .....                      | 29        |
| 2.2.5 Phân tích kẽm trong đất.....                                 | 34        |
| 2.2.6 Ngưỡng thiếu và ngộ độc kẽm trong đất .....                  | 35        |
| 2.3 KẼM TRONG CÂY .....                                            | 36        |
| 2.3.1 Chức năng của kẽm trong cây .....                            | 36        |
| 2.3.2 Hàm lượng kẽm trong cây .....                                | 37        |
| 2.3.3 Triệu chứng thiếu kẽm ở cây trồng .....                      | 42        |
| 2.3.4 Phun qua lá để thẩm định thiếu kẽm ở cây .....               | 43        |



|                           |                                           |           |
|---------------------------|-------------------------------------------|-----------|
| 2.4                       | PHÂN KẼM .....                            | 44        |
| 2.5                       | SỬ DỤNG PHÂN KẼM .....                    | 47        |
| 2.5.1                     | Bón vào đất .....                         | 47        |
| 2.5.2                     | Bón qua lá .....                          | 48        |
| 2.5.3                     | Tắm vào hạt giống.....                    | 50        |
| 2.5.4                     | Hồ rẫy cây .....                          | 50        |
| 2.6                       | KHẮC PHỤC TÌNH TRẠNG NGỘ ĐỘC KẼM.....     | 50        |
| 2.7                       | HIỆU LỰC CỦA PHÂN KẼM VỚI CÂY TRỒNG ..    | 51        |
| <b>Chương 3 SẮT .....</b> |                                           | <b>64</b> |
| 3.1                       | ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA CỦA SẮT .....            | 64        |
| 3.2                       | SẮT TRONG ĐẤT.....                        | 65        |
| 3.2.1                     | Dạng sắt trong đất .....                  | 65        |
| 3.2.2                     | Sắt tổng số trong đất.....                | 66        |
| 3.2.3                     | Sắt hữu hiệu trong đất .....              | 67        |
| 3.2.4                     | Yếu tố ảnh hưởng đến sắt hữu hiệu.....    | 67        |
| 3.2.5                     | Phân tích sắt trong đất .....             | 70        |
| 3.3                       | SẮT TRONG CÂY .....                       | 71        |
| 3.3.1                     | Chức năng của sắt trong cây.....          | 71        |
| 3.3.2                     | Hàm lượng sắt trong cây.....              | 72        |
| 3.3.3                     | Ngưỡng khủng hoảng sắt ở cây trồng .....  | 73        |
| 3.3.4                     | Tính miễn cảm của cây trồng với sắt.....  | 75        |
| 3.3.5                     | Triệu chứng thiếu sắt ở cây trồng.....    | 75        |
| 3.3.6                     | Triệu chứng ngộ độc sắt ở cây trồng ..... | 77        |
| 3.4                       | PHÂN SẮT .....                            | 77        |
| 3.5                       | SỬ DỤNG PHÂN SẮT .....                    | 79        |
| 3.5.1                     | Bón vào đất .....                         | 79        |
| 3.5.2                     | Phun qua lá.....                          | 80        |

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 3.5.3 Hòa vào nước tưới .....                               | 81  |
| 3.5.4 Biện pháp quản lý .....                               | 81  |
| 3.6 HIỆU LỰC CỦA PHÂN SẮT VỚI CÂY TRỒNG ....                | 82  |
| <b>Chương 4 ĐỒNG</b> .....                                  | 85  |
| 4.1 ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA CỦA ĐỒNG .....                         | 85  |
| 4.2 ĐỒNG TRONG ĐẤT.....                                     | 87  |
| 4.2.1 Dạng đồng trong đất.....                              | 87  |
| 4.2.2 Đồng tổng số .....                                    | 88  |
| 4.2.3 Đồng ẩn trong các hợp chất khác .....                 | 88  |
| 4.2.4 Đồng hữu hiệu trong đất.....                          | 89  |
| 4.2.5 Yếu tố ảnh hưởng đến đồng hữu hiệu<br>trong đất ..... | 91  |
| 4.2.6 Phân tích đồng trong đất.....                         | 93  |
| 4.3 ĐỒNG TRONG CÂY .....                                    | 95  |
| 4.3.1 Chức năng của đồng trong cây .....                    | 95  |
| 4.3.2 Hàm lượng đồng trong cây .....                        | 95  |
| 4.3.3 Triệu chứng thiếu đồng ở cây trồng .....              | 96  |
| 4.3.4 Ngưỡng thiếu và ngộ độc đồng ở cây trồng .....        | 97  |
| 4.4 PHÂN ĐỒNG .....                                         | 98  |
| 4.5 SỬ DỤNG PHÂN ĐỒNG .....                                 | 100 |
| 4.5.1 Bón vào đất .....                                     | 100 |
| 4.5.2 Bón qua lá .....                                      | 102 |
| 4.5.3 Tẩm vào hạt giống.....                                | 102 |
| 4.6 HIỆU LỰC CỦA PHÂN ĐỒNG VỚI<br>CÂY TRỒNG.....            | 103 |
| <b>Chương 5 MANGAN</b> .....                                | 107 |
| 5.1 ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA CỦA MANGAN .....                       | 107 |

|                 |                                                        |            |
|-----------------|--------------------------------------------------------|------------|
| <b>5.2</b>      | <b>MANGAN TRONG ĐẤT.....</b>                           | <b>109</b> |
| 5.2.1           | Dạng mangan trong đất .....                            | 110        |
| 5.2.2           | Mangan tổng số trong đất.....                          | 110        |
| 5.2.3           | Mangan hữu hiệu trong đất .....                        | 111        |
| 5.2.4           | Yếu tố ảnh hưởng đến mangan hữu hiệu.....              | 111        |
| 5.2.5           | Phân tích mangan trong đất.....                        | 115        |
| <b>5.3</b>      | <b>MANGAN TRONG CÂY .....</b>                          | <b>117</b> |
| 5.3.1           | Chức năng của mangan trong cây .....                   | 117        |
| 5.3.2           | Hàm lượng mangan trong cây .....                       | 117        |
| 5.3.3           | Triệu chứng thiếu mangan ở cây trồng.....              | 119        |
| 5.3.4           | Triệu chứng ngộ độc mangan ở cây trồng .....           | 120        |
| <b>5.4</b>      | <b>PHÂN MANGAN .....</b>                               | <b>121</b> |
| <b>5.5</b>      | <b>SỬ DỤNG PHÂN MANGAN .....</b>                       | <b>122</b> |
| 5.5.1           | Bón vào đất .....                                      | 122        |
| 5.5.2           | Bón qua lá .....                                       | 123        |
| 5.5.3           | Tẩm vào hạt giống.....                                 | 123        |
| <b>5.6</b>      | <b>KHẮC PHỤC TÌNH TRẠNG NGỘ ĐỘC<br/>MANGAN.....</b>    | <b>124</b> |
| <b>5.7</b>      | <b>HIỆU LỰC CỦA PHÂN MANGAN VỚI<br/>CÂY TRỒNG.....</b> | <b>124</b> |
| <b>Chương 6</b> | <b>BO.....</b>                                         | <b>129</b> |
| <b>6.1</b>      | <b>ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA CỦA BO .....</b>                   | <b>129</b> |
| <b>6.2</b>      | <b>BO TRONG ĐẤT.....</b>                               | <b>131</b> |
| 6.2.1           | Dạng bo trong đất.....                                 | 131        |
| 6.2.2           | Bo tổng số trong đất .....                             | 133        |
| 6.2.3           | Bo hữu hiệu trong đất.....                             | 134        |
| 6.2.4           | Yếu tố ảnh hưởng đến bo hữu hiệu .....                 | 134        |
| 6.2.5           | Phân tích và chẩn đoán bo trong đất.....               | 138        |

|                 |                                                                          |            |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>6.3</b>      | <b>BO TRONG CÂY .....</b>                                                | <b>139</b> |
| 6.3.1           | Chức năng của bo trong cây .....                                         | 139        |
| 6.3.2           | Hàm lượng bo trong cây .....                                             | 139        |
| 6.3.3           | Triệu chứng thiếu bo ở cây trồng .....                                   | 140        |
| 6.3.4           | Ngưỡng thiếu bo ở cây trồng .....                                        | 141        |
| <b>6.4</b>      | <b>PHÂN BO .....</b>                                                     | <b>142</b> |
| <b>6.5</b>      | <b>SỬ DỤNG PHÂN BO .....</b>                                             | <b>144</b> |
| 6.5.1           | Bón vào đất .....                                                        | 144        |
| 6.5.2           | Bón qua lá .....                                                         | 145        |
| 6.5.3           | Tẩm vào hạt giống.....                                                   | 146        |
| <b>6.6</b>      | <b>KHẮC PHỤC TÌNH TRẠNG NGỘ ĐỘC BO .....</b>                             | <b>147</b> |
| <b>6.7</b>      | <b>HIỆU LỰC CỦA PHÂN BO VỚI CÂY TRỒNG ...</b>                            | <b>147</b> |
| <b>Chương 7</b> | <b>MOLYPĐEN .....</b>                                                    | <b>154</b> |
| <b>7.1</b>      | <b>ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA CỦA MOLYPĐEN .....</b>                               | <b>154</b> |
| <b>7.2</b>      | <b>MOLYPĐEN TRONG ĐẤT .....</b>                                          | <b>156</b> |
| 7.2.1           | Molypđen tổng số trong đất.....                                          | 157        |
| 7.2.2           | Molypđen hữu hiệu và các yếu tố<br>ảnh hưởng đến molypđen hữu hiệu ..... | 157        |
| 7.2.4           | Phân tích molypđen trong đất.....                                        | 160        |
| <b>7.3</b>      | <b>MOLYPĐEN TRONG CÂY .....</b>                                          | <b>161</b> |
| 7.3.1           | Chức năng của molypđen trong cây .....                                   | 161        |
| 7.3.2           | Hàm lượng molypđen trong cây .....                                       | 162        |
| 7.3.3           | Ngưỡng thiếu molypđen trong cây .....                                    | 162        |
| 7.3.4           | Triệu chứng thiếu molypđen ở cây trồng .....                             | 163        |
| <b>7.4</b>      | <b>PHÂN MOLYPĐEN .....</b>                                               | <b>164</b> |
| <b>7.5</b>      | <b>SỬ DỤNG PHÂN MOLYPĐEN .....</b>                                       | <b>165</b> |
| 7.5.1           | Bón vào đất .....                                                        | 165        |

|       |                                                          |     |
|-------|----------------------------------------------------------|-----|
| 7.5.2 | Bón qua lá .....                                         | 165 |
| 7.5.3 | Tắm vào hạt giống.....                                   | 166 |
| 7.6   | <b>KHẮC PHỤC TÌNH TRẠNG<br/>NGỘ ĐỘC MOLYPĐEN.....</b>    | 167 |
| 7.7   | <b>HIỆU LỰC CỦA PHÂN MOLYPĐEN VỚI<br/>CÂY TRỒNG.....</b> | 167 |
|       | <b>Chương 8 CLO.....</b>                                 | 173 |
| 8.1   | CLO TRONG ĐẤT .....                                      | 173 |
| 8.2   | CLO TRONG CÂY .....                                      | 174 |
| 8.2.1 | Chức năng của clo trong cây .....                        | 174 |
| 8.2.2 | Hàm lượng clo trong cây .....                            | 175 |
| 8.3   | CHẨN ĐOÁN CLO TRONG ĐẤT VÀ CÂY .....                     | 175 |
| 8.4   | PHÂN CLO VÀ SỬ DỤNG PHÂN CLO.....                        | 176 |
| 8.5   | HIỆU LỰC CỦA PHÂN CLO VỚI CÂY TRỒNG..                    | 177 |
|       | <b>Chương 9 COBAN.....</b>                               | 180 |
| 9.1   | COBAN TRONG ĐẤT .....                                    | 180 |
| 9.1.1 | Hàm lượng coban trong đất .....                          | 180 |
| 9.1.2 | Chẩn đoán coban trong đất.....                           | 182 |
| 9.2   | COBAN TRONG CÂY .....                                    | 183 |
| 9.2.1 | Chức năng của coban trong cây.....                       | 183 |
| 9.2.2 | Hàm lượng coban trong cây.....                           | 183 |
| 9.2.3 | Triệu chứng thiếu coban ở cây trồng .....                | 184 |
| 9.3   | PHÂN COBAN .....                                         | 185 |
| 9.4   | SỬ DỤNG PHÂN COBAN.....                                  | 185 |
| 9.5   | HIỆU LỰC CỦA PHÂN COBAN VỚI<br>CÂY TRỒNG .....           | 186 |



|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Chương 10 SELEN</b> .....                                                          | 187 |
| 10.1 SELEN TRONG ĐẤT .....                                                            | 188 |
| 10.1.1 Hàm lượng selen trong đất .....                                                | 188 |
| 10.1.2 Dạng selen trong đất .....                                                     | 189 |
| 10.1.3 Yếu tố ảnh hưởng đến selen trong đất.....                                      | 190 |
| 10.2 SELEN TRONG CÂY.....                                                             | 192 |
| 10.3 SỬ DỤNG PHÂN SELEN .....                                                         | 193 |
| <b>Chương 11 NIKEN</b> .....                                                          | 195 |
| 11.1 NIKEN TRONG ĐẤT.....                                                             | 195 |
| 11.2 NIKEN TRONG CÂY.....                                                             | 197 |
| 11.3 HIỆU LỰC CỦA PHÂN NIKEN VỚI<br>CÂY TRỒNG.....                                    | 199 |
| <b>Phụ lục Tóm tắt qui trình bón phân vi lượng<br/>    cho một số cây trồng</b> ..... | 200 |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....                                                       | 209 |

## LỜI GIỚI THIỆU

**K**ể từ năm 1840, khi nhà bác học Liebig tìm ra qui luật về yếu tố dinh dưỡng hạn chế năng suất cây trồng thì ngành công nghiệp phân bón và nền nông nghiệp đã có bước phát triển vượt bậc. Từ nửa cuối thế kỷ 20, hóa học hóa trong nông nghiệp đã trở thành tiêu chí phấn đấu của nhiều nước. Tuy nhiên khi sử dụng các loại phân bón đa lượng ngày một nhiều thì qui luật về yếu tố hạn chế của Liebig càng được minh chứng rõ rệt. Ở nước ta, vào những năm cuối của thế kỷ 20, khi sử dụng nhiều giống cây trồng mới có tính "Phàm ăn" lại trồng nhiều vụ trong năm nên nông dân đã bón nhiều phân đạm (N), điều này kéo theo sự mất cân đối cả trong phạm vi các nguyên tố đa, trung lượng và vi lượng. Mặt khác do ít chú ý bón phân hữu cơ và kỹ thuật canh tác còn nhiều hạn chế nên tình trạng thiếu và cạn kiệt dinh dưỡng, đặc biệt là vi lượng trong đất đã đến hồi báo động.

Trong thực tế hiện nay, nhiều chủ trang trại và nông dân nước ta đã sử dụng phân bón lá có chứa vi lượng và phân vi lượng cho đồng ruộng của mình. Tuy nhiên, việc sử dụng còn mang nặng tính "Phong trào" và nhiều bất cập vì lẽ người sử dụng chưa nắm rõ vai trò, chức năng của từng nguyên tố vi lượng. Đất nào thiếu, thiếu chất gì. Tính năng, tác dụng và cách sử dụng phân vi lượng thế nào để có hiệu quả. Hàng loạt câu hỏi như vậy không phải dễ tìm được câu trả lời xác thực vì các tài liệu nghiên cứu về vi lượng và phân vi lượng ở nước ta còn rất ít và tản mạn.

Tác giả cuốn sách "Phân bón vi lượng và siêu vi

**lượng**” là Tiến sĩ Nguyễn Xuân Trường, người từng là chủ biên cuốn “Sổ tay sử dụng phân bón” năm 2000 và 2003 đã được độc giả nồng nhiệt đón nhận. Tác giả đã nhận thấy rõ vai trò của các nguyên tố vi lượng khi sử dụng riêng hay phối hợp với đa lượng đều có hiệu lực cao với cây trồng và đem lại hiệu quả kinh tế cho người sử dụng nên đã dành nhiều thời gian và công sức biên soạn cuốn sách này.

Sách “**Phân bón vi lượng và siêu vi lượng**” gồm 11 chương trong đó 7 chương viết về các nguyên tố vi lượng và 3 chương về nguyên tố siêu vi lượng quan trọng nhất không chỉ ảnh hưởng đến cây trồng mà còn ảnh hưởng đến gia súc và con người (coban, selen và titan). Mỗi chương tác giả đều giới thiệu khá chi tiết về đặc điểm địa hóa, vi lượng trong đất, trong cây, chẩn đoán vi lượng, các loại phân vi lượng, cách sử dụng và các kết quả nghiên cứu hiệu lực của vi lượng với cây trồng. Cách viết của từng chương ngắn gọn, súc tích nhưng khá rõ để người đọc có thể hiểu được ngọn nguồn của phân vi lượng, siêu vi lượng và vận dụng trong thực tế. Các thông tin có trong “**Phân bón vi lượng và siêu vi lượng**” có thể là tài liệu tham khảo tốt không chỉ đối với nông dân, chủ trang trại, đại lý phân bón, cán bộ khuyến nông và nông nghiệp mà một số sinh viên hay giáo viên ngành nông nghiệp cũng có lúc cần đến cuốn sách này.

Do vi lượng có những điều còn chưa thấu hiểu hết nên khi biên soạn cuốn sách này chắc chắn rằng không thể tránh khỏi những thiếu sót. Mặc dầu vậy tôi rất phấn khởi và mạnh dạn giới thiệu cuốn sách này và mong độc giả rộng lòng góp ý để lần tái bản sau được tu chỉnh tốt hơn.

**GS.TS. Mai Văn Quyền**

# Chương 1

## KHÁI QUÁT VỀ DINH DƯỠNG CÂY TRỒNG

### 1 DINH DƯỠNG THIẾT YẾU VỚI CÂY TRỒNG

Cây trồng cũng như tất cả các thể sống bình thường khác đều cần “Thức ăn” cho sự sinh trưởng, phát triển. Nếu như con người và động vật có khả năng hấp thu trực tiếp thức ăn từ nguồn hữu cơ (động vật hay thực vật) thì cây trồng hấp thu “Thức ăn” hầu hết ở dạng vô cơ. Trên 2000 năm trước, con người đã biết sử dụng tro đốt, chất hữu cơ và đá vôi để bón cho cây trồng. Tuy nhiên chỉ hơn 150 năm trước, khi Liebig (1803-1873) công bố định luật tối thiểu thì các nghiên cứu về các chất dinh dưỡng với cây trồng mới trở thành hệ thống. Từ đó các nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu với cây trồng mới dần được xác định.

Ngày nay, các nhà khoa học đã xác định được rằng trong thành phần của cây trồng có mặt hầu hết các chất hóa học tự nhiên (khoảng 92 nguyên tố), nhưng chỉ có 16 nguyên tố thiết yếu với cây trồng, trong đó có 13 nguyên tố khoáng. Những nguyên tố được coi là thiết yếu với cây trồng phải đáp ứng 3 tiêu chuẩn sau:

- Nếu thiếu hụt nguyên tố đó thì cây trồng sinh trưởng và phát triển không bình thường.

- Triệu chứng thiếu hụt nguyên tố đó có thể được ngăn ngừa hoặc khắc phục nếu chỉ bón nguyên tố đó cho cây.

- Nguyên tố đó phải tồn tại được trực tiếp trong dung dịch dinh dưỡng của cây trồng và thể hiện hiệu quả trong một số điều kiện sinh học và hóa học ở trong đất hoặc trong điều kiện trồng trọt bình thường.

Tất cả các nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu đều quan trọng như nhau cho sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng. Sự thiếu hụt hay dư thừa của bất kỳ nguyên tố nào xuất hiện trong quá trình sinh trưởng, phát triển của cây thì cây đều bị ảnh hưởng bất lợi. Ngoài các chất dinh dưỡng thiết yếu, một số cây trồng còn có nhu cầu những chất khác như natri (Na) và nhôm (Al) cần thiết đối với nho, coban (Co) cần cho cây họ đậu, nhôm cần cho cây chè...

## **2 PHÂN LOẠI DINH DƯỠNG ĐA, TRUNG VÀ VI LƯỢNG**

Ngày nay, FAO (Tổ chức Nông Lương Thế giới) hay IFA (Hiệp hội Phân bón Thế giới) đều thống nhất chia 13 chất dinh dưỡng thiết yếu với cây trồng làm 3 nhóm:

- Nhóm đa lượng (major nutrients) hay (primary nutrients) gồm đạm (N), lân (P), kali (K). Đây là các chất dinh dưỡng thiết yếu mà cây trồng hút/lấy đi nhiều.

- Nhóm trung lượng (secondary nutrients) gồm lưu huỳnh (S), canxi (Ca) và magiê (Mg). Đây là các chất dinh dưỡng khoáng thiết yếu mà cây trồng hút/lấy đi với số lượng trung bình.

- Nhóm vi lượng (micro nutrients) gồm kẽm (Zn), sắt (Fe), đồng (Cu), mangan (Mn), bo (B), molybden (Mo) và clo

(Cl). Đây là các chất dinh dưỡng khoáng thiết yếu mà cây trồng hút/lấy đi với số lượng ít.

**Bảng 1.1: Chất dinh dưỡng thiết yếu và có ích cho cây**

| Chất dinh dưỡng | Ký hiệu | Dạng cây hút                                 | Năm phát hiện | Tác giả phát hiện |
|-----------------|---------|----------------------------------------------|---------------|-------------------|
| Carbon          | C       | $\text{CO}_2$                                | 1882          | J. Sachs          |
| Hydro           | H       | $\text{H}_2\text{O}$                         | 1882          | J. Sachs          |
| Oxy             | O       | $\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}$             | 1804          | T. De Saussure    |
| Nitơ            | N       | $\text{NH}_4^+, \text{NO}_3^-$               | 1872          | G.K. Rutherford   |
| Lân             | P       | $\text{H}_2\text{PO}_4^-, \text{HPO}_4^{2-}$ | 1903          | Dostrenak         |
| Kali            | K       | $\text{K}^+$                                 | 1890          | A.F.Z. Schimper   |
| Canxi           | Ca      | $\text{Ca}^{++}$                             | 1856          | F.Salm-Horsmar    |
| Magiê           | Mg      | $\text{Mg}^{++}$                             | 1906          | Willstatter       |
| Lưu huỳnh       | S       | $\text{SO}_4^{2-}, \text{SO}_2$              | 1911          | Peterson          |
| Sắt             | Fe      | $\text{Fe}^{++}, \text{Fe}^{+++}$            | 1860          | J. Sachs          |
| Mangan          | Mn      | $\text{Mn}^{++}$                             | 1922          | J.S. McHargue     |
| Bo              | B       | $\text{H}_3\text{BO}_4, \text{BO}_3^-$       | 1923          | K. Warington      |
| Kẽm             | Zn      | $\text{Zn}^{++}$                             | 1926          | A.L.Sommer,       |
| Đồng            | Cu      | $\text{Cu}^{++}$                             | 1931          | C.B. Lipman       |
| Molipden        | Mo      | $\text{MoO}_4^{2-}$                          | 1938          | D.I Arnon, Stout  |
| Clo             | Cl      | $\text{Cl}^-$                                | 1954          | T.C. Broyer et al |
| Coban           | Co      | $\text{Co}^{2+}$                             | 1959          | -                 |
| Selen           | Se      | $\text{SeO}_4^{2-}, \text{SeO}_3^{2-}$       | 1957          | Welch & Hewitt    |
| Niken           | Ni      | $\text{Ni}^{2+}$                             | 1981          | -                 |
| Natri           | Na      | $\text{Na}^+$                                | -             | -                 |
| Silic           | Si      | $\text{SiO}_3^-$                             | -             | -                 |
| Coban           | Co      | $\text{Co}^+$                                | -             | -                 |
| Nhôm            | Al      | $\text{Al}^{+++}$                            | -             | -                 |

**Nguồn :** Fageria., Bacigar và Charles Ian Jones (1991), Gupta (1979).

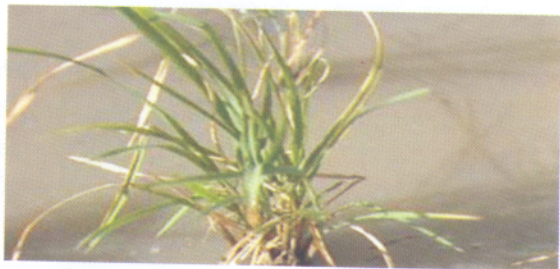
Một số chất khác tuy không cần thiết cho tất cả các

cây trồng nhưng cũng có vai trò rất quan trọng đối với một số cây và động vật như coban (Co), selen (Se), niken (Ni), vanadi (V), iot (I)... mà cây cần với lượng rất ít nên có thể coi là nguyên tố siêu vi lượng. Một số tác giả dùng thuật ngữ "Đất hiếm" để chỉ một số nguyên tố mà cây cần với lượng quá nhỏ (siêu vi lượng). Một số tác giả khác lại dùng thuật ngữ nguyên tố vết "Trace" để chỉ các nguyên tố siêu vi lượng hay để chỉ cả nguyên tố vi lượng và siêu vi lượng. Một số nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu và có ích với cây trồng thể hiện ở bảng 1.1.

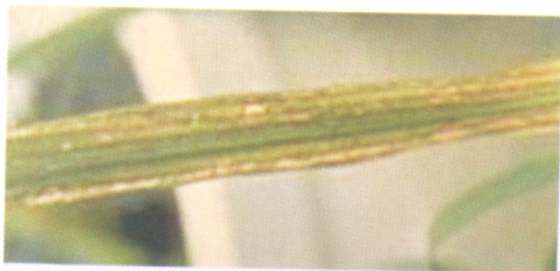
Ngoài các chất dinh dưỡng thiết yếu và có ích cho cây, trong đất, nước thải và một số loại phân bón còn có các nguyên tố kim loại nặng như chì (Pb), thủy ngân (Hg), catmi (Cd), asen (As)... Đây là các nguyên tố có thể gây độc cho cây và ảnh hưởng đến sức khỏe của người sử dụng nông sản nếu hàm lượng vượt ngưỡng cho phép. Các vùng đất gần khu công nghiệp tập trung và làng nghề truyền thống do bị ảnh hưởng của nước thải công nghiệp, khói bụi nên cần phải chú ý hàm lượng kim loại nặng vì thường cao hơn các vùng đất khác. Một số phân bón sản xuất từ rác thải hay bụi, xỉ của các nhà máy cũng cần phải kiểm soát chặt hàm lượng kim loại nặng để ngăn ngừa tình trạng tích lũy gây ô nhiễm đất và dư lượng trong nông sản.

Các chất dinh dưỡng thiết yếu với cây trồng dù là đa, trung, vi lượng hay siêu vi lượng đều phải được cung cấp đầy đủ và cân đối mới giúp cây trồng sinh trưởng tốt, cho năng suất cao và chất lượng nông sản tốt. Bất kỳ một sự thiếu hụt hay dư thừa nào đều làm giảm năng suất và ảnh hưởng đến chất lượng nông sản.

**Hình 1:** (Lúa thiếu  
kẽm) Lá mọc sát  
nhau, xù ra, khô  
đầu từ mép lá trở  
vào, chóp lá trở  
xuống, cây lùn.



**Hình 2, 3:** (Lá lúa  
thiếu kẽm) Xuất  
hiện vết xám nâu  
dọc hai mép lá  
trong khi gân gân  
lá vẫn xanh.



**Hình 4:** (Cà phê  
thiếu kẽm) Lá non  
nhỏ, mỏng, mọc sát  
nhau thành chùm  
sau chuyển vàng.



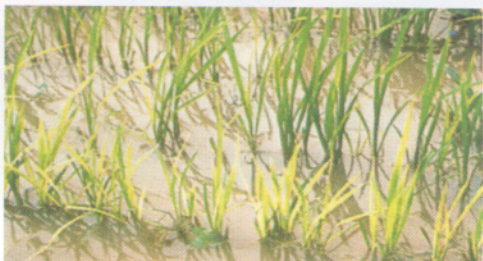




**Hình 5:** (Cam thiếu kẽm) Lá non nhỏ, dài, vàng nhưng gân lá vẫn xanh.



**Hình 6:** (Bưởi thiếu kẽm) Lá non nhỏ, dài, vàng nhưng gân lá vẫn xanh.



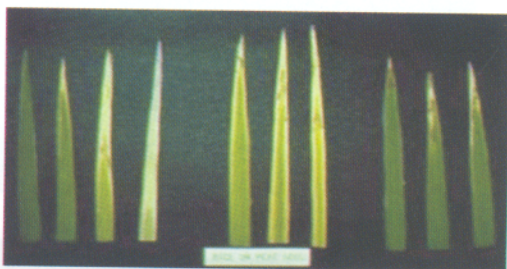
**Hình 7, 8:** (Lúa thiếu sắt) Lá non bạc trắng, sau chuyển nâu và khô dần, cây thấp, số nhánh ít.



**Hình 9:** (Cam  
thiếu sắt) Lá non  
bạc trắng, sau chuyển  
nâu và khô dần.



**Hình 10, 11, 12:** (Lúa  
thiếu đồng) Lá non  
vàng trắng và mềm,  
cây thấp, xuất hiện  
đốm nâu rải rác  
trên lá sau lan ra  
khắp mặt lá, khô đốt  
non, lá non và đốt  
trên thân, ít nhánh.





**Hình 21:** (Bắp ngô thiếu bo) Bắp nhỏ, hạt ít, bắp đuôi chuột.



**Hình 22:**  
(Đu đủ thiếu bo)  
Quả biến dạng, xù xì.





**Hình 23:** (Cam thiếu bo) Xuất hiện đốm vàng rải rác trên mặt lá



**Hình 24:** (Dừa thiếu clo) Lá xanh tối, cây thấp, yếu, ít đậu quả.



**Hình 25:** (Lúa ngộ độc sắt) Đốm nâu đỏ rải rác trên bề mặt lá, mép lá nâu đỏ, khô dần



**Hình 26:** (Khoai lang ngộ độc mangan)  
Đốm trắng rải rác trên mặt lá sau lan rộng ra

# Chương 2

## KẼM

### 2.1 ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA CỦA KẼM

Kẽm (Zn) là nguyên tố kim loại hóa trị 2, nguyên tử lượng 65,39; bán kính ion 0,74 Å. Kẽm được phát hiện là nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu với cây trồng từ năm 1925 bởi Sommer và thiết yếu với động vật vào năm 1934. Tình trạng thiếu kẽm xảy ra khá phổ biến trong khi ngộ độc kẽm hiếm khi xuất hiện, trừ trên đất phù sa chua ở Tây Ban Nha và đất đỏ ở Hy Lạp (Ryan và đồng sự, 1967). Ngộ độc kẽm cũng xuất hiện ở những vùng quanh mỏ kẽm và nơi bị ảnh hưởng bởi nước thải giàu kẽm. Ngày nay, kẽm là một trong những nguyên tố vi lượng quan trọng nhất đối với cây trồng và việc bón phân kẽm đã trở nên phổ biến trên thế giới.

Hàm lượng kẽm trung bình trong lớp vỏ trái đất khoảng 80 ppm. Trong tự nhiên kẽm chủ yếu tồn tại ở dạng khoáng đơn sulfide sphalerite indicate trong lớp vỏ trái đất. Ion  $Zn^{2+}$  đôi khi cũng thay thế  $Mg^{2+}$  và  $Fe^{2+}$  trong các khoáng ferromangnesian do bán kính ion của chúng có kích thước tương đương nhau. Zn cũng thay thế Fe, Mn trong các oxit và khoáng sét. Trong các loại đá, đá phiến sét có hàm lượng kẽm cao nhất. Kẽm trong đá trầm tích có được một phần từ ion  $Zn^{2+}$  do các vật liệu rửa trôi và một phần trong

cấu trúc của khoáng sét. Kẽm kim loại cũng xuất hiện trong đá trầm tích rải rác ở các hạt spharelite, liên quan tới đá carbonate và đôi khi có trong đá sét và đá cát.

Sự phong hóa khoáng kẽm trong đất giải phóng ion  $Zn^{2+}$  vào dung dịch. Không giống như ion  $Cu^{2+}$ , bình thường  $Zn^{2+}$  có thể tồn tại ngay cả khi pH lên tới 9. Ion  $Zn^{2+}$  không chỉ tồn tại tự do trong dung dịch mà còn có thể tạo thành các chất kết tủa như kẽm carbonate, kẽm silicate.  $Zn^{2+}$  cũng kết hợp với anion hữu cơ để tạo thành phức Zn-hữu cơ. Phần lớn các phức Zn-hữu cơ này không bền nhưng lại đóng vai trò quan trọng đối với cây trồng. Trong đất,  $Zn^{2+}$  có khả năng sẽ cạn kiệt do một phần lớn ion  $Zn^{2+}$  bị phản ứng để tạo thành các hợp chất khó tan.

**Bảng 2.1: Hàm lượng kẽm trong các loại đá và đất**

| Nhóm đá      | Loại đá              | Hàm lượng<br>(ppm) |
|--------------|----------------------|--------------------|
| Đá phun xuất | Crust                | 70                 |
|              | Granite (đá granit)  | 40                 |
|              | Basalt (đá bazan)    | 100                |
| Đá trầm tích | Lime stone (đá vôi)  | 20                 |
|              | Sand stone (đá cát)  | 16                 |
|              | Shale (đá phiến sét) | 95                 |
| Đất          | Các loại đất         | 10-300             |

Nguồn : Taylor, 1964; Turekian và Wedepond, 1961.

## 2.2 KẼM TRONG ĐẤT

Trong đất, kẽm tồn tại ở các dạng ion  $Zn^{2+}$  trong dung dịch đất,  $Zn^{2+}$  hấp thu trên bề mặt keo đất, trong các chất hữu cơ, carbonate, oxit... Một số kết quả nghiên cứu của các tác giả nước ngoài cho thấy có tới 30–60% kẽm tồn tại ở dạng kết hợp với khoáng sắt ( $Fe_2O_3$ ) và 20–45% với khoáng sét và một số khoáng chất khác. Hàm lượng kẽm trong đất phụ thuộc vào đá mẹ hay mẫu chất cũng như chế độ canh tác. Các dạng kẽm trong đất luôn có sự chuyển hóa và biến đổi tùy thuộc điều kiện môi trường đất và sự hấp thu của cây.

### 2.2.1 Dạng kẽm trong đất

Trong đất kẽm tồn tại ở các dạng:

- Trong cấu trúc của các khoáng chất, đặc biệt trong khoáng sét như augite, hornblene và biotite.
- Trong các hợp chất muối: Sphalarite ( $ZnFe$ )S; kẽm sunfit ( $ZnS$ ); smithsonite ( $ZnCO_3$ ); kẽm silicat ( $ZnSiO_3$  và  $ZnSiO_4$ ) – willemite và kẽm oxit ( $ZnO$ ).
- Kẽm hấp thu trên bề mặt keo đất.
- Kẽm trong các phức: Zn–hữu cơ tan và không tan.
- Trong dung dịch: Ion  $Zn^{2+}$ .

Một lượng lớn kẽm trong đất nằm trong cấu trúc của các chất khoáng nguyên sinh. Kẽm tan trong nước, hữu hiệu với cây trồng có nồng độ rất thấp (0,02–0,2 ppm).



Luôn tồn tại cân bằng động giữa kẽm trong dung dịch đất và các dạng kẽm khác trong đất.

### 2.2.2 Kẽm tổng số trong đất

Kẽm tổng số trong đất biến động từ 10–300 ppm nhưng đa số đất trồng trọt dao động trong khoảng 50–100 ppm (Aubert và Pinta, 1977). Đất bị rửa trôi mạnh thường có hàm lượng kẽm tổng số rất thấp ( $Zn < 30$  ppm). Tình trạng thiếu kẽm thường xảy ra trên những đất nghèo kẽm tổng số trừ những cây không phản ứng với kẽm trong đất. Với cây lúa, tình trạng thiếu kẽm thường xuất hiện trên những đất có kẽm tổng số ở tầng mặt (0–20cm)  $< 200$  kg Zn/ha. Giàu kẽm tổng số cũng chưa phải là sự bảo đảm đủ kẽm cho cây bởi vì lượng kẽm cây hút còn phụ thuộc vào kẽm hữu hiệu trong đất. Tình trạng thiếu kẽm xuất hiện phổ biến ở nhiều vùng trên thế giới, đặc biệt là các vùng trồng lúa ở châu Á. Các loại đất có thành phần cơ giới nhẹ, rửa trôi xói mòn mạnh, hàm lượng lân hữu hiệu cao thường thiếu kẽm.

### 2.2.3 Kẽm hữu hiệu trong đất

Kẽm hữu hiệu trong đất chỉ phối dinh dưỡng kẽm của cây trồng và phản ánh một phần kẽm tổng số trong đất. Kẽm trong dung dịch đất chiếm tỷ lệ rất thấp (2–70 ppb), trong đó trên một nửa ở dạng tạo phức với chất hữu cơ. Khi  $pH < 7,7$  ion  $Zn^{2+}$  chiếm ưu thế cùng với một lượng nhỏ kẽm hydroxit. Trên mức pH này,  $ZnOH^+$  chiếm ưu thế và khi  $pH > 9$  một lượng nhỏ  $Zn(OH)_2$  sẽ hình thành. Sự

khuyếch tán là cơ chế chính của quá trình hút và vận chuyển kẽm vào rễ cây. Sự tạo phức hoặc kết hợp với chất thải ra từ rễ cây trồng hay phân giải chất thải hữu cơ giúp dễ dàng khuyếch tán  $Zn^{2+}$  vào rễ cây trồng. Sự khuyếch tán phức  $Zn^{2+}$  có thể khác biệt lớn so với không tạo phức.

#### 2.2.4 Yếu tố ảnh hưởng đến kẽm hữu hiệu trong đất

Kẽm hữu hiệu trong đất phụ thuộc vào pH, lực hút tĩnh điện trên bề mặt keo sét, chất hữu cơ, carbonate, các oxit khoáng, sự tạo phức với chất hữu cơ, tương tác với các chất dinh dưỡng khác và điều kiện khí hậu.

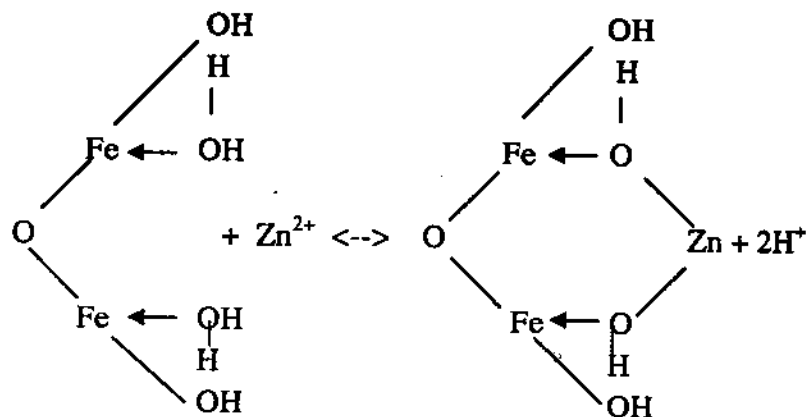
##### \* pH đất

Kẽm hữu hiệu có quan hệ chặt với pH đất. Kẽm hòa tan trong dung dịch đất giảm 100 lần nếu tăng mỗi đơn vị pH và thể hiện bằng phản ứng:  $\text{Đất-Zn}^{2+} + 2H^+ \leftrightarrow Zn^{2+}$ .

Ở đất chua, hàm lượng kẽm hữu hiệu cao, ngược lại ở đất kiềm kẽm hữu hiệu thấp. Nhiều trường hợp thiếu kẽm ở cây trồng đã được ghi nhận ở đất có pH > 6. Khi pH cao, kẽm kết tủa ở dạng vô định hình không tan như  $ZnFe_2O_4$ ,  $ZnSiO_4$ , làm giảm  $Zn^{2+}$  trong dung dịch đất.

Việc bón vôi ở đất chua sẽ làm tăng pH đất, ảnh hưởng đến khả năng tan của  $Zn^{2+}$ , làm giảm  $Zn^{2+}$  cây hút. Khả năng hấp phụ của  $CaCO_3$  cũng làm giảm  $Zn^{2+}$ . Sự hấp phụ  $Zn^{2+}$  bởi khoáng sét, sắt, nhôm oxit, chất hữu cơ và  $CaCO_3$  tăng lên khi pH tăng. Ở đất chua, hàm lượng kẽm cao hơn đất kiềm song tình trạng thiếu kẽm vẫn có thể xảy

ra nhất là ở đất cát, cát pha vì sự rửa trôi mạnh làm suy kiệt kẽm hữu hiệu.



Hình 1: Sơ đồ hấp thụ  $\text{Zn}^{2+}$  trên bề mặt nhóm hydroxyl

Khả năng hấp phụ hay giải phóng  $\text{Zn}^{2+}$  trên bề mặt oxit phụ thuộc nồng độ  $\text{Zn}^{2+}$  trong dung dịch đất và cũng có thể thay thế bởi các cation như  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ . Sự hấp phụ  $\text{Zn}^{2+}$  bởi khoáng bentonite, illite và kaolinite liên quan đến chỉ số CEC trong sét. Kẽm trên bề mặt khoáng sét có thể trao đổi với các ion khác và phóng thích  $\text{Zn}^{2+}$  ra dung dịch đất. Ở đất kiềm, chính  $\text{CaCO}_3$  hấp phụ mạnh  $\text{Zn}^{2+}$  làm giảm  $\text{Zn}^{2+}$  hữu hiệu. Kẽm bị hấp thu mạnh nhất bởi calcite ( $\text{CaCO}_3$ ), sau tới dolomite [ $(\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ] và thấp nhất là magnesite ( $\text{MgCO}_3$ ).

Việc điều chỉnh tăng hoặc giảm pH đất có thể hạn chế tình trạng thiếu kẽm. Bón vôi giúp tăng pH, đồng thời

cũng làm giảm Zn hữu hiệu trong đất. Bón với quá liều dẫn đến thiếu kẽm. Ngược lại, việc bón lâu dài phân chua sinh lý như amôn sunfat (SA), NPK 16-16-8-13S hay supe lân sẽ làm cho đất chua và tăng kẽm hữu hiệu. Tuy nhiên một số đất quá chua lại dẫn đến dư thừa kẽm gây ngộ độc cho cây.

### **\* Chất hữu cơ**

Sự phân giải chất hữu cơ làm tăng hàm lượng phức Zn-hữu cơ, tăng kẽm hữu hiệu. Kẽm có thể kết hợp với axit hữu cơ tạo thành các phức tan hoặc không tan. Các phức tan làm tăng kẽm hữu hiệu nhưng các phức không tan (đặc biệt là với axit mạnh) lại làm giảm kẽm hữu hiệu. Axit humic và fulvic nổi trội nhất về khả năng hấp phụ  $Zn^{2+}$ . Đất nghèo hữu cơ thường thiếu kẽm và kẽm hữu hiệu tăng khi hàm lượng hữu cơ trong đất tăng, tuy nhiên không phải luôn tăng tương ứng vì còn phụ thuộc vào yếu tố khác. Nhiều trường hợp thiếu kẽm đã được phát hiện trên đất quá giàu hữu cơ như đất than bùn và đất mùn gley.

### **\* Kết cấu đất**

Đất có kết cấu thô thường nghèo kẽm, ngược lại đất có cấu trúc tốt, hàm lượng kẽm hữu hiệu thường cao hơn. Đất sét có hàm lượng kẽm cao do nhóm OH trong tinh thể khoáng sét có khả năng hấp phụ kẽm mạnh. Đất cát và đất có thành phần cơ giới nhẹ, rửa trôi nhiều thường không đáp ứng đủ kẽm cho cây trồng.

### **\* Tương tác với các chất dinh dưỡng khác trong đất**

Carbonate: Đất có nhiều carbonate thường nghèo

kẽm do kẽm kết tủa với hydroxide hay hydroxy carbonate.

**Cation:** Các cation trong đất như  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  và  $\text{Mn}^{2+}$  hạn chế khả năng hút kẽm của cây bởi vì chúng cạnh tranh nhau khi kết hợp với chất mang trong quá trình di chuyển vào rễ cây. Đối với cây lúa, nhiều kết quả nghiên cứu đã khẳng định có sự ảnh hưởng đối kháng của một số cation như  $\text{Cu}^{2+}$  và  $\text{Fe}^{2+}$  đến khả năng hút kẽm của cây.

**Lân:** Hàm lượng lân hữu hiệu trong đất cao do bản chất của đất hay do bón quá nhiều phân lân đều ảnh hưởng bất lợi đến kẽm trong đất. Phản ứng giữa lân và kẽm trong đất tạo ra các chất không tan  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , làm giảm lân và kẽm hữu hiệu trong đất. Ảnh hưởng đối kháng của P với Zn hữu hiệu càng trầm trọng hơn nếu pH đất cao.

**Đạm và lưu huỳnh:** Khả năng tạo  $\text{ZnSO}_4$  có ảnh hưởng đến tổng số kẽm trong dung dịch. Bón  $\text{CaSO}_4$  trên các đất có thành phần cơ giới nhẹ có thể làm tăng hàm lượng Zn và Fe trong cây. Bón đạm giúp cây sinh trưởng mạnh, làm tăng nhu cầu kẽm của cây. Các loại phân đạm có tính chua sinh lý làm tăng khả năng hút kẽm, ngược lại phân đạm có tính kiềm lại làm giảm lượng kẽm cây hút.

### \* Chế độ nước

Tình trạng lúa nước thiếu kẽm thường thấy ở đất pH cao và giàu  $\text{CaCO}_3$ , mặc dù đất chua vẫn có tình trạng thiếu kẽm. Khi ngập nước, hàm lượng nhiều chất dinh dưỡng tăng nhưng trừ kẽm. Ở đất chua, thiếu kẽm có thể do sự ngập nước đã làm tăng Fe, Mn và  $\text{HCO}_3^-$  làm kết tủa kẽm ở dạng

$ZnFe_2O_4$  hoặc  $ZnS$ . Ở đất kiềm, sự ngập nước làm giảm pH dẫn đến tăng kẽm hữu hiệu. Tuy nhiên pH đất cao và sự thiếu khí có thể làm thiếu kẽm nặng hơn.

### \* Nhiệt độ

Nhiệt độ thấp làm giảm khả năng khoáng hóa các hợp chất Zn-Hữu cơ trong đất và hạn chế quá trình hút kẽm của cây. Tình trạng thiếu hụt kẽm thường xảy ra trong mùa lạnh, mùa mưa và giảm đi khi thời tiết ấm lên. Nhiệt độ đất tăng làm tăng hàm lượng kẽm hữu hiệu.

### \* Tính miễn cảm của cây trồng với kẽm

Cây trồng có mức độ miễn cảm khác nhau với Zn. Ở đất có 0,8 ppm Zn, lúa nước thiếu Zn nhưng lúa mì lại đủ.

**Bảng 2.2: Mức độ miễn cảm của cây trồng với kẽm**

| <b>Cây miễn cảm</b> | <b>Cây miễn cảm trung bình</b> | <b>Cây ít miễn cảm</b> |
|---------------------|--------------------------------|------------------------|
| Lúa                 | Bông                           | Đậu Hà Lan             |
| Cây có múi          | Khoai tây                      | Cà rốt                 |
| Nho                 | Cà chua                        | Măng tây               |
| Đậu nành            | Lúa mì                         | Ớt                     |
| Ngô (bắp)           | Lúa miến                       | Cải dầu                |
| Hành                | Củ cải đường                   | Lúa mạch               |

Nguồn: Viets, 1966.

**Bảng 2.3: Một số phương pháp chiết để phân tích kẽm**

| <b>Chất dùng chiết</b>                                                    | <b>Tỷ lệ đất/chất chiết (g/ml)</b> | <b>Thời gian lắc (phút)</b> |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 0,1N HCl                                                                  | 2 : 20                             | 5                           |
| 0,05M EDTA (pH 7 – 9)                                                     | 15 : 75                            | 25 ml / lần.                |
| 0,01% dithizone trong CCl <sub>4</sub> + N NH <sub>4</sub> OAc            | 2,5 : 50                           | 60                          |
| 0,05N N HCl + 0,025N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                       | 5 : 20                             | 5                           |
| 0,01M EDTA + M (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (pH = 8,6) | 10 : 20                            | 30                          |
| 2N MgCl                                                                   | 10 : 50                            | 45                          |

Nguồn : Katyal và Randhawa, 1983.

Ngô và đậu là các cây rất mẫn cảm với kẽm trong khi cà rốt, măng tây lại ít mẫn cảm. Sự mẫn cảm của cây trồng với kẽm là do khả năng hút và vận chuyển kẽm khác nhau. Như vậy, một loại đất có thể thiếu kẽm với cây trồng này song có thể đủ với cây trồng khác. Mức độ mẫn cảm của một số cây trồng với kẽm thể hiện ở bảng 2.2.

## **2.2.5 Phân tích kẽm trong đất**

Hiện nay có nhiều phương pháp chiết tách Zn để phân tích kẽm hữu hiệu trong đất. Các chất được dùng phổ biến là HCl, EDTA, NNH<sub>4</sub>OAc thể hiện ở bảng 2.3. Đối với đất thuộc vùng khô hạn và bán khô hạn không nên dùng

các chất chiết có tính axit mà dùng các chất kiềm tính. Các chất tạo phức dùng được rộng rãi và khá chính xác cho hầu hết các loại đất.

### **2.2.6 Ngưỡng thiếu và ngộ độc kẽm trong đất**

Ngưỡng thiếu kẽm trong đất không thể tách rời mà phụ thuộc vào sự miễn cảm của từng cây trồng. Ngay cả với một loại cây, ngưỡng thiếu kẽm cũng khác nhau giữa các loại đất bởi vì còn có một số yếu tố ảnh hưởng đến dinh dưỡng kẽm trong đất. Nhìn chung, kẽm trong đất  $< 20$  ppm Zn có thể hạn chế năng suất cây trồng, ngược lại 100 ppm thường được xem là dư thừa còn  $> 400$  ppm thì có thể ngộ độc đối với hầu hết các loại cây.

Ở Ấn Độ, nhiều kết quả nghiên cứu đã kết luận đất thiếu kẽm khi hàm lượng kẽm hữu hiệu  $< 0,6$  ppm Zn (phương pháp DTPA-Zn) và phân kẽm được khuyến cáo bón cho tất cả các cây trồng trên những đất này. Tương tự, ở Mỹ khuyến cáo bón phân kẽm cho những đất có Zn  $< 0,6$  ppm (DTPA-Zn) và cho những cây trồng thuộc nhóm miễn cảm nhất với kẽm. Ở một số nước khác nếu hàm lượng kẽm  $< 0,5$  ppm Zn (DTA-Zn), cần bón phân kẽm cho cây, nếu kẽm từ 0,5–1 ppm Zn không nhất thiết phải bón phân kẽm (Katyal và Randhawa, 1983).

Theo Liu Zheng (1991) ngưỡng khủng hoảng kẽm hữu hiệu trong đất chua chiết rút bằng HCl 0,1N và đất kiềm hay trung tính chiết rút bằng dung dịch DTPA (pH



7,3) đo bằng máy quang phổ hấp thụ nguyên tử thể hiện ở bảng 2.4. Theo Dobermann và Faihurst (2000), đối với cây lúa, ngưỡng thiếu kẽm là 0,6 ppm Zn (phương pháp  $\text{NH}_4$  acetate 1N ở pH 4,8) hay 0,8ppm Zn (phương pháp DTPA) và 1,5 ppm Zn (phương pháp EDTA); 1 ppm Zn (chiết bằng HCl 0,05N) hay 2 ppm (HCl 0,1N). Tuy nhiên theo Sakal và đồng sự (1984) ngưỡng thiếu kẽm với lúa là 0,76–1,24 ppm Zn (phương pháp DTPA 0,005M, pH 7,3). Ngưỡng ngộ độc kẽm trong đất là 12 ppm Zn phương pháp HCl 0,05 +  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,025N (Keisling, 1977) hay phương pháp DTPA 0,005M + 0,01  $\text{CaCl}_2$  (Rattan và Shukla, 1984).

**Bảng 2.4: Ngưỡng khủng hoảng kẽm trong đất**

| Mức độ kẽm trong đất | Đất kiềm và trung tính | Đất chua      |
|----------------------|------------------------|---------------|
| Rất thấp             | < 0,5 ppm              | < 1,0 ppm     |
| Thấp                 | 0,5 – 1,0 ppm          | 1,0 – 1,5 ppm |
| Trung bình           | 1,1 – 2,0 ppm          | 1,6 – 3,0 ppm |
| Cao                  | 2,1 – 4,0 ppm          | 3,1 – 5,0 ppm |
| Rất cao              | > 4,0 ppm              | > 5,0 ppm     |

Nguồn : Liu Zheng, 1991.

## 2.3 KẼM TRONG CÂY

### 2.3.1 Chức năng của kẽm trong cây

Kẽm là thành phần kim loại cấu tạo một số men (enzym) như metall–enzymes–carbonic, anhydrase,

alcohol dehydrogenase.... Kẽm đóng vai trò quan trọng trong quá trình tổng hợp axit nucleic (RNA) và protein. Thiếu Zn, sự tổng hợp ARN giảm do đó ức chế tổng hợp protein trong cây. Kẽm tham gia một số phản ứng sinh hóa trong cây.

Kẽm có vai trò quan trọng trong quá trình sinh tổng hợp indole acetic acid và tryptophan. Kẽm có vai trò quan trọng trong việc hình thành chất tăng trưởng auxin. Chồi non của các cây thiếu kẽm thường có hàm lượng auxin rất thấp, do đó cây cần cỗi, chậm phát triển. Ngoài ảnh hưởng trực tiếp, kẽm còn có tác dụng gián tiếp với cây trồng nhờ tăng cường khả năng sử dụng lân và đạm của cây.

### **2.3.2 Hàm lượng kẽm trong cây**

Hàm lượng kẽm trong các loại cây trồng biến động rất rộng từ 1–10.000 ppm tính theo hàm lượng chất khô. Ở các loại cây phổ biến, hàm lượng kẽm dao động từ 10–100 ppm (bảng 2.5). Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến dinh dưỡng kẽm trong cây.

Trong cây, rễ là bộ phận có hàm lượng kẽm cao nhất, sau tới lá và thấp nhất là thân và cành. Hàm lượng kẽm ở các phần non của cây thường cao hơn phần già. Hàm lượng kẽm giảm dần theo tuổi cây, tuổi cây càng cao, hàm lượng kẽm càng giảm.

Hàm lượng kẽm trong cây cũng phụ thuộc vào các nguyên tố dinh dưỡng khác. Drake (1965) cho rằng phân

đạm làm tăng khả năng hấp thu của rễ từ đó tăng lượng kẽm cây hút. Dạng đạm amôn làm giảm sự ngộ độc kẽm với cây trong khi đạm nitrat làm mức độ ngộ độc kẽm trầm trọng hơn. Hàm lượng lân trong đất cao làm cho kẽm kết tủa, lượng kẽm trong đất giảm dẫn tới hàm lượng kẽm trong cây thấp. Bón phân lân, đặc biệt là với lượng lân cao cũng làm giảm lượng kẽm hữu hiệu, giảm lượng kẽm cây hút dẫn tới thiếu kẽm. Tương tự, sự dư thừa sắt hay mangan trong đất cũng làm cho hàm lượng kẽm trong cây thấp. Theo Nambiar và Motiramani (1981), nếu tỷ lệ  $Fe/Zn > 6$  thì năng suất ngô giảm mạnh.

Hàm lượng kẽm trong cây tương quan khá chặt với hàm lượng kẽm hữu hiệu trong đất, nó cũng là chỉ số phản ánh môi trường đất. Phân tích cây thật sự cần thiết giúp cho việc chẩn đoán kẽm một cách chính xác. Cách thức lấy mẫu với những cây trên đồng ruộng, rau và cây ăn trái thể hiện ở bảng 2.6. Để phân tích kẽm phải lấy mẫu ở các thời kỳ sinh trưởng đầu của cây. Cần lấy các lá đã phát triển hoàn thiện (lá 2 đến 4 từ ngọn) vì các lá này mới thể hiện rõ hàm lượng kẽm của cây. Để đề phòng nhiễm kẽm từ dụng cụ vào mẫu cần lấy mẫu bằng tay hoặc các dụng cụ không chứa kẽm.

Nhiều kết quả nghiên cứu cho thấy có sự tương quan giữa hàm lượng kẽm trong cây với sinh trưởng, phát triển và năng suất cây trồng. Đối với lúa, nếu kẽm trong thân lá  $< 20$  ppm Zn thì năng suất giảm. Nếu hàm lượng kẽm trong thân lá  $< 25$  ppm Zn thì sinh trưởng phát triển bị ảnh hưởng

nghiêm trọng và năng suất giảm rõ rệt. Ngưỡng thiếu kẽm ở cây trồng thường nằm trong khoảng 10–20 ppm (bảng 2.7). Tuy nhiên không có ngưỡng thiếu kẽm chung cho tất cả các loại cây. Những cây có khả năng sử dụng kẽm tốt thì ngưỡng thiếu là 15 ppm hoặc 10 ppm Zn. Theo Sing và Banerjer (1987), đối với cây ngô, thiếu kẽm khi hàm lượng kẽm trong lá ở 6 tuần tuổi < 16 ppm Zn.

So với ngưỡng thiếu, ngưỡng ngộ độc kẽm còn ít được biết đến. 100 ppm Zn thường nằm trong khoảng thừa kẽm và 400 ppm Zn là giá trị ngộ độc kẽm ở hầu hết các loại cây trồng. Đối với những cây có khả năng chịu kẽm cao như ngô, đậu nành thì ngưỡng ngộ độc là 150 ppm Zn.

**Bảng 2.5: Lượng kẽm cây hút / lấy đi theo sản phẩm**

| Cây        | Năng suất<br>(t/ha) | Kẽm (Zn)<br>cây lấy đi | Nguồn           |
|------------|---------------------|------------------------|-----------------|
| Lúa        | 9,8                 | 392 g/ha               | De Datta, 1989  |
| Ngô        | 6,3                 | 310 g/ha               | Aldrich, 1986   |
| Khoai tây  | 100                 | 400 g/ha               | Burton, 1989    |
| Khoai lang | 10                  | 590 g/ha               | Bradburg, 1990  |
| Sắn        | 37                  | 660 g/ha               | Howeler, 1985   |
| Đậu nành   | -                   | 61 g/tấn               | Batagha, 1978   |
| Mía        | -                   | 4,5 g/tấn              | Malavolta, 1982 |
| Cà phê     | -                   | 12,2 g/t               | Malavolta, 1990 |
| Ca cao     | -                   | 1,6kg/ha               | Thong, 1987     |
| Cam        | -                   | 14 g/tấn               | Chapman, 1968   |

**Bảng 2.6: Cách lấy mẫu để phân tích chẩn đoán kẽm**

| <b>Cây</b>         | <b>Giai đoạn</b>      | <b>Bộ phận</b>            | <b>Cây/mẫu</b> |
|--------------------|-----------------------|---------------------------|----------------|
| Lúa và cây hạt nhỏ | Gieo – 30 ngày        | Các bộ phận trên mặt đất  | 50-100         |
| Ngô                | Gieo – 30 ngày        | Trên mặt đất              | 20-30          |
|                    | Phun râu              | Lá dưới bắp               | 15-25          |
| Lạc                | Ra hoa                | Lá trưởng thành           | 40-50          |
| Mía                | < 4 tháng             | Lá 3 và 4 từ ngọn         | 15-25          |
| Bông vải           | Nụ – Lúa hoa đầu tiên | Lá non nhất từ thân chính | 30-40          |
| Chanh              | Giữa mùa              | Lá cuối trên cành có quả  | 20-30          |
| Cải bắp            | Cuốn                  | Lá đầy đủ ở giữa bắp      | 10-20          |
| Cà rốt             | Củ phình to           | Các lá giữa               | 20-30          |
| Đậu nành           | Gieo-30 ngày          | Thân lá                   | 20-30          |

Nguồn : Jone, 1972.

Sự thiếu hụt kẽm có thể chẩn đoán khá chính xác qua việc phân tích kẽm trong cây. Phân tích cây có thể giúp phát hiện sớm tình trạng thiếu kẽm trước khi các triệu chứng trên cây xuất hiện để áp dụng bón phân kẽm kịp thời. Tuy nhiên cần quan tâm đến tương tác giữa kẽm với

các chất dinh dưỡng khác đặc biệt là các ion kim loại cùng dấu bởi vì sự dư thừa một nguyên tố dinh dưỡng này có thể dẫn đến sự thiếu hụt nguyên tố khác.

**Bảng 2.7: Chẩn đoán dinh dưỡng kẽm ở cây trồng**

| Cây        | Hàm lượng Zn trong chất khô (ppm)      |       |             |        |                   |
|------------|----------------------------------------|-------|-------------|--------|-------------------|
|            | Thiếu                                  | Thấp  | Bình thường | Cao    | Ngộ độc           |
| Lúa        | < 10 <sup>a</sup><br>< 20 <sup>b</sup> | 10-25 | 25-50       | -      | 1500 <sup>c</sup> |
| Ngô (bắp)  | < 10                                   | 11-20 | 21-70       | 71-150 | > 150             |
| Khoai tây  | -                                      | 0-16  | 17-40       | 30     | -                 |
| Đậu nành   | < 10                                   | 11-20 | 21-70       | 71-150 | > 150             |
| Bông       | < 10                                   | 10-20 | 20-30       | -      | -                 |
| Lạc        | -                                      | -     | 20-60       | -      | -                 |
| Mía        | < 10                                   | 10-20 | 20-100      | -      | -                 |
| Cà phê     | < 20                                   | 20-35 | 35-70       | > 70   |                   |
| Ca cao     | < 10                                   | 10-20 | 20-80       | -      | -                 |
| Xoài       | < 15                                   | -     | -           | -      | -                 |
| Nho        | -                                      | 0-30  | 31-50       | 51+    | -                 |
| Táo        | -                                      | 0-15  | 16-20       | 21-50  | 51+               |
| Sầu riêng  | -                                      | -     | -           | 45-80  | -                 |
| Chuối      | < 14                                   | 14-20 | 20-50       | -      | -                 |
| Cây có múi | < 15                                   | 16-25 | 26-80       | 80-200 | > 200             |
| Cải bắp    | -                                      | -     | 9           | -      | -                 |
| Dưa hấu    | -                                      | -     | 15          | -      | -                 |

**Ghi chú:** <sup>a</sup> là hàm lượng ở rễ; <sup>b</sup> trong lá; <sup>c</sup> trong rơm rạ.

### 2.3.3 Triệu chứng thiếu kẽm ở cây trồng

Triệu chứng thiếu kẽm thường xuất hiện rõ nhất trên lá, chủ yếu trên các lá non đã trưởng thành hoàn toàn (lá thứ 2 và 3 từ trên xuống). Tuy nhiên nó cũng có thể xuất hiện đồng thời ở các bộ phận khác của cây. Thiếu kẽm không những ảnh hưởng đến sự phát triển của cây mà nó còn cản trở sự phát triển của bộ rễ. Thiếu kẽm năng suất cây trồng có thể giảm tới 50% so với đầy đủ kẽm. Một số triệu chứng rất điển hình ở lúa, ngô, cây có múi, nho và táo có thể dùng như chỉ số của sự thiếu hụt kẽm và thường có đặc trưng sau:

Lá chuyển xanh lục nhạt, vàng hoặc xuất hiện những đốm bạc trắng ở phần giữa của lá. Ở một số cây trồng có thể xuất hiện những đốm nhỏ màu nâu trên mặt lá. Những lá non trên ngọn rất nhỏ, biến dạng, mọc xít nhau làm cho chùm lá non xù ra. Cây còi cọc, lùn, thân cây yếu, mềm. Các chồi non chết khô, sau lan dần ra cả cây, cây chậm ra hoa. Quả thường không phát triển dẫn đến năng suất thấp thậm chí không có năng suất.

*Ở lúa:* Triệu chứng thiếu kẽm thường xuất hiện từ ngày thứ 10 tới ngày thứ 40 sau khi gieo cấy tùy theo giống, điều kiện đất và khí hậu. Thiếu kẽm làm sự hồi xanh chậm lại, cây còi cọc, kém nở bụi, cây hơi lùn, lá nhỏ xù ra và thường có sọc màu trắng ở giữa các lá non và lá giữa. Xuất hiện các đốm nhỏ rải rác màu vàng nhạt đến nâu trên các lá giữa sau đó phát triển rộng ra, hợp lại và trở thành màu nâu

sẫm. Hiện tượng thiếu kẽm thường xảy ra ở đất nghèo kẽm hay đất có hàm lượng lân,  $\text{HCO}_3^-$  cao hoặc do bón quá nhiều lân và phân hữu cơ. Trong khi thiếu kẽm mà bón nhiều đạm, đặc biệt là urea thì sẽ càng làm cho tình trạng thiếu kẽm trầm trọng hơn bởi các vi sinh vật có ích phát triển không tốt. Trong trường hợp này bón kẽm là cần thiết để kích thích sự phát triển của chúng.

*Ở ngô:* Thiếu kẽm xuất hiện sọc vàng nhạt, vàng trắng đến đỏ giữa các gân và mép lá, xảy ra chủ yếu ở phần dưới của lá. Khi thiếu nặng, các sọc này lan ra cả bề mặt lá. Trong một số trường hợp, các lá non chuyển trắng hoặc vàng, trường hợp này còn được gọi là “Ngọn trắng”.

*Trên cây có múi:* Xuất hiện úa vàng không đều (tương phản giữa phần vàng trắng và phần xanh đen) ở phần thịt của lá. Các lá non ngắn và hẹp, sự hình thành nụ hoa và quả giảm mạnh, các đỉnh sinh trưởng ở đầu cành bị teo và khô dần đi.

Đối với nho, thiếu kẽm làm cho kích thước các lá nhỏ, lá chuyển vàng. Ở táo, thiếu kẽm làm cây dễ bị bệnh, phần thịt lá non chuyển vàng trong khi gân lá còn xanh, lá cây nhỏ, bề mặt xuất hiện các vết nhăn, chồi non khô dần. Ở các cây họ đậu, cây còi cọc, lá vàng trong khi gân giữa của lá còn xanh. Các chồi và lá non chuyển vàng và đồng thau, lá già rụng sớm.

#### **2.3.4 Phun qua lá để thẩm định thiếu kẽm ở cây trồng**

Khi gặp những triệu chứng không điển hình hoặc



còn có sự nghi ngờ tình trạng thiếu kẽm ở cây chúng ta có thể áp dụng cách phun kẽm qua lá để kiểm tra. Pha kẽm và vôi vào nước với tỷ lệ 0,5% kẽm sunfat và 0,25% vôi rồi phun lên thân lá cây trồng. Nếu thiếu kẽm, cây sẽ trở lại xanh tốt bình thường sau 10–14 ngày kể từ khi phun. Những lá mới ra cũng có màu xanh và không có triệu chứng thiếu kẽm. Để việc phun kiểm tra có kết quả, cần phun ngay ở đầu vụ. Riêng đối với các cây thuộc họ hành tỏi không thích hợp với phương pháp phun này.

## 2.4 PHÂN KẼM

Kẽm sunfat (23-36% Zn) tan hoàn toàn trong nước nên dùng được cho cả bón gốc và phun lá. Kẽm sunfat có thể ở dạng bột, dạng tinh thể hoặc dạng viên. Kẽm oxit ít tan trong nước hơn so với kẽm sunfat, thường được dùng để bón vào đất hoặc dùng cho quá trình tạo hạt phân bón đa lượng. Kẽm oxit có giá thấp, hàm lượng kẽm cao (60–80% Zn) có thể dùng bón lót hay tẩm vào hạt giống khi gieo.

Các muối kẽm khác như  $\text{ZnCO}_3$ ;  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ ;  $\text{ZnCl}_2$ ;  $\text{Zn}(\text{NH}_4)\text{PO}_4$  tuy ít tan trong nước nhưng tan tốt trong đất chua nên có thể bón nhằm khắc phục tình trạng thiếu kẽm. Bột kẽm hay  $\text{ZnS}$  tuy không tan và ít được dùng trong thực tế vì nguồn này hiếm nhưng có hàm lượng kẽm cao nên có thể dùng để khắc phục tình trạng thiếu kẽm của cây.

Phức kẽm là hợp chất hữu cơ của kẽm với EDTA (Etylene Diamine Tetra Acid) hoặc các phức khác. Phức

kẽm thường có hiệu quả cao hơn so với muối kẽm vô cơ. Phức kẽm được dùng phổ biến nhất là  $\text{Na}_2\text{-Zn EDTA}$  có công thức  $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8\text{ZnNa}_2$ , chứa 14–15 % Zn.

**Bảng 2.8: Các loại phân kẽm thường dùng**

| Tên gọi                    | Công thức                                                     | Zn<br>(%) |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Kẽm vô cơ</b>           |                                                               |           |
| Kẽm sunfat hepta hydrat    | $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$                     | 23        |
| Kẽm sunfat mono hydrat     | $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$                      | 36        |
| Kẽm oxit                   | $\text{ZnO}$                                                  | 60-80     |
| Kẽm clorua                 | $\text{ZnCl}_2$                                               | 45-52     |
| Kẽm cacbonat               | $\text{ZnCO}_3$                                               | 56        |
| Kẽm oxit-sunfat            | $\text{ZnO-ZnSO}_4$                                           | 55        |
| Kẽm phốt phát              | $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$                                  | 51        |
| Kẽm amôn phốt phat         | $\text{Zn}(\text{NH}_4)\text{PO}_4$                           | 37        |
| Kẽm sunfit (Sphelarite)    | $\text{ZnS}$                                                  | 60        |
| Bụi kẽm                    | -                                                             | 99.8      |
| ZnNa <sub>2</sub> -EDTA    | $\text{ZnNa}_2\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8$ | 14-15     |
| <b>Phức kẽm</b> ZnNa-HEDTA | $\text{ZnC}_{10}\text{H}_{15}\text{O}_7\text{N}_2$            | 8         |
| ZnNa-NTA                   |                                                               | 13        |
| <b>Phức kẽm tự nhiên</b>   | Zn-lignin sulphonate                                          | 5         |
|                            | Zn - Polyflavonoid                                            | 10        |

Nguồn : Murphy và Wash, 1972; Katyal, Randhawa, 1983.

Kẽm sunfat (23-36% Zn) tan hoàn toàn trong nước nên dùng được cho cả bón gốc và phun lá. Kẽm sunfat có

thể ở dạng bột, dạng tinh thể hoặc dạng viên. Kẽm oxit ít tan trong nước hơn so với kẽm sunfat, thường được dùng để bón vào đất hoặc dùng cho quá trình tạo hạt phân bón đa lượng. Kẽm oxit có giá thấp, hàm lượng kẽm cao (60–80% Zn) có thể dùng bón lót hay tẩm vào hạt giống khi gieo.

Các muối kẽm khác như  $\text{ZnCO}_3$ ;  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ ;  $\text{ZnCl}_2$ ;  $\text{Zn}(\text{NH}_4)\text{PO}_4$  tuy ít tan trong nước nhưng tan tốt trong đất chua nên có thể bón nhằm khắc phục tình trạng thiếu kẽm. Bột kẽm hay  $\text{ZnS}$  tuy không tan và ít được dùng trong thực tế vì nguồn này hiếm nhưng có hàm lượng kẽm cao nên có thể dùng để khắc phục tình trạng thiếu kẽm của cây.

Phức kẽm là hợp chất hữu cơ của kẽm với EDTA (Etylene Diamine Tetra Acid) hoặc các phức khác. Phức kẽm thường có hiệu quả cao hơn so với muối kẽm vô cơ. Phức kẽm được dùng phổ biến nhất là Zn-EDTA có công thức  $\text{ZnNa}_2\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8$ , chứa 14–15% Zn.

Kẽm tạo hạt cùng với phân đa lượng bằng cách bọc áo các viên phân hoặc phối trộn trước khi tạo hạt. Kẽm phối hợp cùng với phân đa lượng sẽ giúp giảm bớt chi phí bón phân kẽm và giúp cho kẽm phân bố đều hơn. Hiện tại trên thị trường có một số phân NPK, phân chuyên dùng và phân bón lá của công ty phân bón Bình Điền như Đầu Trâu 01-TE, 02-TE, Đầu Trâu 997, 998, 999; Đầu Trâu L1, L2; Đầu Trâu AT1, AT2, AT3; NPK 20-20-15+TE; NPK 13-13-13+TE... đều chứa một lượng kẽm đáng kể tùy theo nhu cầu của từng loại cây. Một số sản phẩm phụ của quá trình khai khoáng và công nghiệp chế tạo có chứa kẽm cũng

dùng được để bón cho cây. Kẽm trong các sản phẩm này thường có độ tan thấp nên cần bón sớm. Một vài loại thuốc bảo vệ thực vật cũng chứa một lượng kẽm nhỏ.

Các loại phân gia súc cũng chứa một lượng kẽm nhỏ và là nguồn kẽm tốt cho cây. Tuy nhiên việc bón các phân này không phải mang ý nghĩa chính là cung cấp kẽm mà chủ yếu là cung cấp chất hữu cơ. Bùn của ao hồ, kênh rạch và nước thải cũng có một lượng kẽm đáng kể, nếu bón quá nhiều có thể dẫn tới ngộ độc kẽm.

## **2.5 SỬ DỤNG PHÂN KẼM**

### **2.5.1 Bón vào đất**

- Bón phân kẽm vào đất là phương pháp chủ yếu để khắc phục tình trạng thiếu kẽm (trừ áp dụng với cây có múi trên đất kiềm). Phân kẽm có thể bón rải trên mặt sau khi làm đất lần cuối, bón lót cạnh hay dưới hạt giống, bón theo hàng hay theo hốc. Bón trên mặt đất mà không trộn sâu thì hiệu quả sẽ thấp vì kẽm rất ít di động.

- Hòa tan kẽm sunfat hay phức kẽm trong nước để tưới hoặc dùng trong quá trình sản xuất phân bón chuyên dùng hay phân NPK cũng là cách cung cấp kẽm có hiệu quả. Các loại kẽm ít tan như kẽm oxit, kẽm cacbonat... nên bón vào đất hay dùng để bọc áo hạt trong sản xuất phân NPK.

- Lượng bón vào đất từ 5–20 kg Zn/ha tùy theo cây trồng, hàm lượng Zn trong đất và kết cấu. Lượng dùng phổ biến khoảng 1,5–5 kg Zn/ha đối với kẽm khoáng và 0,25–1 kg Zn/ha với phức kẽm tổng hợp hay kẽm hữu cơ cho hầu

hết các cây trồng trên đồng ruộng và cây rau. Lượng bón thường được khuyến cáo 5 kg Zn/ha đối với đất sét hay đất thịt và 1,5–2,5 kg Zn/ha đối với đất cát. Với cây dài ngày, bón 5 kg Zn/ha cho mỗi chu kỳ 3–5 năm. Theo Dobermann và Faihurst (2000), đối với lúa để ngăn ngừa thiếu kẽm cần bón 5–10 kg Zn/ha ở dạng  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{ZnCl}_2$  nhưng khi đã có triệu chứng thiếu kẽm, cần phải bón 10–25kg  $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  hay 20–40 kg  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  cho mỗi ha.

### 2.5.2 Bón qua lá

- Kẽm thường được phun riêng để khắc phục thiếu kẽm của cây ăn trái. Thời kỳ phun có hiệu quả nhất là trước khi cây đâm chồi (ra đọt). Đối với các cây trồng khác, thời kỳ cây non phun kẽm qua lá hiệu lực thấp hơn so với bón vào đất.

- Phun từ 2–4 lần và cách nhau mỗi tuần cho cây trồng thiếu kẽm thì có thể khắc phục được tuy nhiên sẽ không còn tồn dư trong đất và phải bón thường xuyên mỗi vụ.

- Dung dịch kẽm sunfat trung tính được tạo thành bằng cách pha nồng độ 0,02–0,05% kẽm sunfat với 0,25% vôi trong nước. Lượng phân kẽm cần phun 4,5 kg  $\text{ZnSO}_4$ /ha và lượng dịch phun 400 lít/ha. Đối với lúa cần phun  $\text{ZnSO}_4$  nồng độ 0,5%, với lượng 200–400 lít/ha.

- Phức kẽm tổng hợp hay tự nhiên là phân kẽm tan tốt trong nước và có tính di động cao nên thường được dùng để phun qua lá nhằm khắc phục nhanh tình trạng thiếu kẽm. Lượng phức kẽm cần dùng từ 0,5–1 kg/ha là thích hợp.

**Bảng 2.9: Liều lượng và phương pháp bón phân kẽm**

| Nguồn kẽm          | Lượng bón (kg/ha) |               | Phun qua lá |
|--------------------|-------------------|---------------|-------------|
|                    | Bón rải đều       | Bón theo hàng |             |
| ZnSO <sub>4</sub>  | 5-20              | 3-5           | 15-250g     |
| ZnO                | 5-20              | 3-5           | Zn/ha, pha  |
| Zn - Phức tổng hợp | -                 | 0,5-1,0       | trong 100   |
| Zn - Phức tự nhiên | -                 | 0,5-1,0       | lít nước    |

Nguồn : Murphy và Wash, 1972.

**Bảng 2.10: Hướng dẫn bón phân kẽm cho cây trồng**

| Cây        | Nguồn                               | Lượng bón (kg/ha) | Phương pháp bón     |
|------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Lúa        | ZnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O | 8                 | Lót khi làm đất     |
|            | ZnO, ZnCl <sub>2</sub>              | 8                 | Lót khi làm đất     |
|            | Phức - Zn                           | 1                 | Lót khi làm đất     |
| Ngô        | ZnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O | 3,4               | Lót; thúc theo hàng |
|            | Phức kẽm                            | 0,5-1,3           | Thúc theo hàng      |
| Khoai tây  | ZnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O | 4,5-9             | Lót khi làm đất     |
|            | Bột kẽm                             | 4,5               | Thúc theo hàng      |
| Cây họ đậu | ZnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O | 15g Zn/100 lít    | Phun qua lá         |
| Hành tỏi   | Bột kẽm                             | 4,5               | Thúc theo hàng      |
|            | Phức kẽm                            | 3,4-4,5           | Thúc theo hàng      |
| Cây có múi | ZnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O | 265g Zn/100 lít   | Phun qua lá         |

Nguồn : Murphy và Wash, 1972.

### **2.5.3 Tắm vào hạt giống**

Tắm hạt giống vào dung dịch  $\text{ZnSO}_4$  nồng độ 0,1% hoặc bột kẽm trước khi gieo là phương pháp ngăn ngừa tình trạng thiếu kẽm của cây. Đối với khoai tây, nhúng củ giống trong dung dịch 2%  $\text{ZnO}$  có tác dụng ngăn ngừa thiếu kẽm một cách hiệu quả.

### **2.5.4 Hồ rử cây**

Sự thiếu hụt kẽm có thể được khắc phục bằng cách nhúng rễ cây vào dung dịch phân kẽm (hồ rử). Hồ rử là biện pháp có hiệu quả kinh tế, nhưng cũng giống như phun qua lá, biện pháp này phải thực hiện hàng vụ vì không còn kẽm tồn lưu trong đất. Biện pháp hồ rử có thể thực hiện với nhiều loại cây trước khi đem trồng. Nồng độ dung dịch dùng hồ rử thích hợp với đa số cây trồng là 1%  $\text{ZnO}$ . Với cây lúa, nhúng rễ mạ trong dung dịch 2–4% kẽm oxit ( $\text{ZnO}$ ) trước khi cấy sẽ có kết quả tốt, giúp ngăn ngừa được tình trạng thiếu kẽm. Với cây ăn trái nồng độ thích hợp để hồ rử là 1%  $\text{ZnSO}_4$  (Reil và đồng sự, 1978).

## **2.6 KHẮC PHỤC TÌNH TRẠNG NGỘ ĐỘC KẼM**

Ngộ độc kẽm có thể khắc phục được bằng cách bón vôi hay bón phân hữu cơ hoặc bón cả vôi và phân hữu cơ. Theo Gerzabek và Patzelt (1988), lượng vôi 2,2–2,8 tấn/ha có thể khắc phục được tình trạng ngộ độc kẽm. Bón phân lân cũng có tác dụng tốt, giúp giải độc, làm giảm tác hại

của ngô độc kẽm với cây trồng.

## 2.7 HIỆU LỰC CỦA PHÂN KẼM VỚI CÂY TRỒNG

Tình trạng thiếu kẽm đã được phát hiện tất cả các châu lục và đang là vấn đề lớn giới hạn sản lượng lương thực trên thế giới. Ở vùng nhiệt đới châu Mỹ, thiếu kẽm đã hạn chế sản lượng cây trồng ở trên 700 triệu ha (Shanchez và đồng sự, 1980). Số liệu báo cáo ở Braxin cho biết có khoảng 180 triệu ha đất có hàm lượng Zn thấp. Báo cáo của Ponnampereuma (1982) cho biết trên 1/2 diện tích canh tác ở Nam và Đông Nam Á thiếu Zn. Riêng đất lúa ở vùng này đã có tới 8 triệu ha thiếu Zn. Thiếu Zn cũng được phát hiện nhiều ở Bắc Âu như Ireland, Na Uy và Anh... Ở Mỹ trên 40 bang có đất thiếu kẽm trong khi ở Trung Quốc và Bangladesh tình trạng thiếu kẽm khá phổ biến. Kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy phân kẽm làm tăng khả năng hút một số chất dinh dưỡng khác, tăng sinh trưởng phát triển, năng suất và chất lượng nông sản.

Ở Ấn Độ, theo Takkar và đồng sự (1989) khi phân tích 13.000 mẫu đất ở 10 bang đã phát hiện 46% số mẫu thiếu kẽm. Ở đất lúa nước, bón đạm làm tăng tình trạng thiếu kẽm (Nayyar và Chhibba, 1991). Kết quả nghiên cứu của Grewa và Randhawa; Bhumbla (1969) cho thấy bón phân  $ZnSO_4$  đã làm tăng năng suất lúa và ngô ở những đất có kẽm hữu hiệu  $< 0,68$  ppm. Phun phân kẽm qua lá cũng làm tăng năng suất lúa, ngô, khoai tây, chè, táo và lúa mì có



ý nghĩa so với đối chứng (Kanwar, 1966). Nghiên cứu của Serry và đồng sự (1974) cho thấy phun phân kẽm ( $\text{ZnSO}_4$ ) qua lá hay bón vào đất đã làm tăng năng suất lúa mì 9,74–11,16% ở đất đỏ và 3,36–40,27% ở đất kiềm so với đối chứng (bảng 2.11). Thí nghiệm của Nene (1968) cho kết quả bón phân  $\text{ZnSO}_4$  cho lúa đã làm tăng năng suất 76,65–132,57% so với đối chứng và phun qua lá có hiệu quả cao hơn so với bón vào đất. Một nghiên cứu khác thực hiện bởi Singh và Jain năm 1964 với cây lúa cho thấy bón phân kẽm vào đất với lượng 2,53 kg Zn/ha đã làm tăng số nhánh, tăng năng suất chất khô. Phun phân kẽm qua lá cũng làm tăng năng suất so với đối chứng.

**Bảng 2.11: Ảnh hưởng của kẽm tới năng suất lúa mì**

| Công thức                    | Đất đỏ           |                    | Đất kiềm         |                    |
|------------------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
|                              | Năng suất (t/ha) | Tăng năng suất (%) | Năng suất (t/ha) | Tăng năng suất (%) |
| NPK                          | 4,21             | -                  | 1,49             | -                  |
| NPK+ Phun $\text{ZnSO}_4$    | 4,67             | 10,93              | 1,54             | 3,36               |
| NPK+24 kg $\text{nSO}_4$ /ha | 4,68             | 11,16              | 1,86             | 24,83              |
| NPK+24 kg $\text{nSO}_4$ /ha | 4,62             | 9,74               | 2,09             | 40,27              |

Nguồn : Serry và đồng sự, 1974.

Kết quả nghiên cứu của Katyal; Ponnampereuma; Patel và Mehta được dẫn bởi Tandon (1992) cho thấy bón phân kẽm trên nền đạm hay không bón đạm đều đã làm

tăng năng suất lúa nước với mức tăng 104,5–113,64% và tăng đáng kể lợi nhuận so với đối chứng. Bón phân kẽm vào đất hay phun qua lá đều làm tăng hàm lượng P, Ca và protein trong hạt so với đối chứng. Bón phân kẽm cho lúa ở các liều lượng phân lân khác nhau cho kết quả: Với lượng 2,5–5 kg Zn/ha đã làm tăng năng suất lúa 8,2–15,67% so với đối chứng. Thống kê của Katyal và Randhawa (1983) cho thấy năng suất lúa nước tăng trung bình của 833 thí nghiệm là 440 kg/ha và tỷ suất lợi nhuận trên vốn là 6/1. Bón phân kẽm làm tăng khả năng cố định đạm của cây họ đậu, tăng năng suất và tăng hàm lượng protein thô, amino axit trong hạt (Yadav và đồng sự, 1984; Singh, 1984; Nayyar và đồng sự, 1990). Bón phân kẽm ở dạng  $ZnSO_4$ , ZnO hay dùng  $ZnSO_4 \cdot ZnO$  bọc áo trong sản xuất phân NPK đều làm tăng năng suất đậu Hà Lan với mức tăng 31,71–35,58% so với đối chứng (bảng 2.12).

**Bảng 2.12: Ảnh hưởng kẽm tới năng suất đậu Hà Lan**

| Dạng kẽm  | Cách bón           | Năng suất<br>(tấn/ha) | Tăng năng suất<br>(%) |
|-----------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Không bón | -                  | 1,23                  | —                     |
| $ZnSO_4$  | Theo hàng          | 1,66                  | 34,96                 |
| $ZnSO_4$  | Trong sản xuất NPK | 1,64                  | 33,33                 |
| $ZnSO_4$  | Bọc áo phân NPK    | 1,67                  | 35,58                 |
| ZnO       | Trong sản xuất NPK | 1,62                  | 31,71                 |
| ZnO       | Bọc áo phân NPK    | 1,67                  | 35,58                 |

Nguồn : Mortvedt, 1991.

Ở Trung Quốc, việc sử dụng phân bón vi lượng đã khá phổ biến. Riêng tại tỉnh "Sichuan" hàng năm có trên 460 ngàn ha lúa được bón phân kẽm (Zhu Zhonglin, 1991). Tại tỉnh "Helionjiang" trong thập kỷ 1980 đã có hàng triệu ha lúa được bón phân kẽm (Li Shu-fan và đồng sự, 1991). Các kết quả nghiên cứu cho thấy phân kẽm đã làm tăng năng suất lúa, ngô; bông, khoai tây, đậu nành, cải bắp, su lơ, lúa mì, kê, cải dầu... so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu 104 mẫu đất ở 13 tỉnh của Trung Quốc được thực hiện bởi Ji-yun Jin và Sam Portch (1991) cho kết quả có 38 mẫu đất thiếu kẽm. Cả 13 tỉnh được nghiên cứu đều có mẫu đất thiếu kẽm. Trên các loại đất này, nếu không bón phân kẽm, năng suất chỉ đạt 44–89% (trung bình 75%) so với được bón đầy đủ kẽm.

Số liệu báo cáo đầu những năm 1980 được tập hợp bởi Li Shu-fan và đồng sự (1991) cho thấy phân kẽm làm tăng năng suất lúa 13,5–24,1%; ngô 12,1–13,2% và đậu nành 12% so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu các yếu tố hạn chế năng suất thực hiện bởi Li Shu-fan (1991) cũng cho thấy nếu không bón phân kẽm, năng suất lúa chỉ đạt 86,6%; năng suất bắp chỉ đạt 86,9% so với bón đầy đủ kẽm. Bón phân kẽm với lượng 15 kg  $ZnSO_4$  đã làm tăng năng suất 15,21% so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu của Zhang Chenglin và đồng sự (1991) cho thấy bón phân kẽm bằng cách trộn với hạt giống hay hồ rế mạ đã làm tăng năng suất 11,83–29,5% so với đối chứng (bảng 2.13). Kết quả 18 thí nghiệm đồng ruộng được thực hiện bởi Zou

Bangji (1991) cho thấy bón  $\text{ZnSO}_4$  đều làm tăng chiều cao cây, số nhánh, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất 8,97–14,09% so với đối chứng (bảng 2.14). Kết quả thí nghiệm trong chậu với lúa thực hiện bởi Qian Jinhong và Xie Zenchi (1991) cho thấy với lúa sớm bón  $\text{ZnSO}_4$  đã làm tăng năng suất 15,64–18,75% ở đất kiềm; 10,57–20,29% ở đất thịt so với đối chứng. Với lúa muộn, bón  $\text{ZnSO}_4$  làm tăng năng suất 6,79–8,99% ở đất sét và 6,4–8,16% ở đất phù sa thịt so với đối chứng.

**Bảng 2.13: Ảnh hưởng của phân kẽm tới năng suất lúa**

| Công thức                                                        | Năng suất<br>(tấn/ha) | Tăng năng suất<br>(%) |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Đối chứng không bón kẽm                                          | 3363 c                | -                     |
| 5g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ /100g chất SF       | 4355 a                | 29,50                 |
| 1,36g chất bảo quản/100g hạt giống                               | 4050 ab               | 20,43                 |
| 10 mg $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ /1 kg đất        | 3810 b                | 13,29                 |
| Hồ rế trong $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1%, 20giây | 3761 b                | 11,83                 |

*Ghi chú: Chất bảo quản hạt giống SF là Furadan không Zn.*

Nguồn : Zhang Chenglin và Mao Daru, 1991.

Đối với cây ngô, bón phân kẽm đã làm tăng khả năng quang hợp so với đối chứng không bón (Zhen-lin Yuan và đồng sự 1991). Thí nghiệm trong chậu được Zhang Chenglin và đồng sự (1991) thực hiện cho thấy bón 5 gam  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ /1 kg đất đã làm tăng năng suất chất khô của

ngô trong cả 2 vụ với mức tăng 16% so với đối chứng.

**Bảng 2.14: Ảnh hưởng của phân kẽm tới năng suất lúa**

| Công thức                                       | Số bông<br>/khóm | Năng<br>suất<br>(t/ha) | Tăng<br>năng<br>suất (%) |
|-------------------------------------------------|------------------|------------------------|--------------------------|
| Đối chứng                                       | 12,8             | 6,858                  | -                        |
| 7,5 kg ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O/ha  | 13,6             | 7,473                  | 8,97                     |
| 22,5 kg ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O/ha | 13,8             | 7,763                  | 13,20                    |
| 45 kg ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O/ha   | 14,1             | 7,824                  | 14,09                    |
| 75 kg ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O/ha   | 14,0             | 7,656                  | 11,64                    |

Nguồn : Zou Bangji, 1991.

Với cây thuốc lá, bón phân kẽm ở mức 7,5 kg/ha và phun ZnSO<sub>4</sub> nồng độ 0,2%, lượng phun 750 lít/ha đã làm tăng năng suất thuốc sáy 17,12% và tăng hàm lượng đường tổng số, nicotin, protein và lợi nhuận so với đối chứng (Lin Kehui và Deng Jingning, 1991). Đối với củ cải đường, nghiên cứu của Zou Bing Ji phun 2 lần ZnSO<sub>4</sub> nồng độ 1% hay ngâm hạt giống trong dung dịch ZnSO<sub>4</sub> nồng độ 0,2% trong 24 giờ hay trộn cùng hạt giống với lượng 15 kg/ha đều cho năng suất tăng cao hơn đối chứng 15,4–18,8%.

Kết quả nghiên cứu hiệu lực của phân kẽm với cây cải dầu từ 1986–1990 được thực hiện bởi Liu Chang Zhi (1991) cho thấy bón phân kẽm đã làm tăng các chỉ tiêu nông học, tăng năng suất và tỷ lệ dầu trong hạt và giảm tỷ lệ glucosimlate có ý nghĩa so với đối chứng. Lượng bón 15

kg  $\text{ZnSO}_4$ /ha đã làm tăng số chùm quả/cây, số quả/chùm, trọng lượng 1000 quả và tăng năng suất 15,56% so với đối chứng. Một nghiên cứu khác thực hiện ở 16 điểm đã cho kết quả: Bón  $\text{ZnSO}_4$  làm tăng năng suất cải dầu 8,3–19,2% so với đối chứng. Bón 15–60kg  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ /ha đã làm tăng năng suất cần tây 5–10% so với đối chứng (Chu Tianduo và đồng sự, 1991).

Ở Bangladesh, tình trạng thiếu kẽm đã được phát hiện từ năm 1975. Theo Karim và đồng sự (1991), hiện nay đã có khoảng 19% diện tích đất ở Bangladesh (tương đương trên 2 triệu ha) thiếu kẽm. Các kết quả nghiên cứu cho thấy phân kẽm đã làm tăng năng suất lúa, ngô, khoai tây, rau, mía, lúa mì và mustard với mức tăng tính trên diện rộng từ 5–15% so với đối chứng. Kết quả của mạng lưới hàng trăm thí nghiệm và trình diễn bón phân kẽm cho thấy, đối với lúa, trong số 293 thí nghiệm được thực hiện có 130 thí nghiệm cho năng suất tăng > 10% và 76 thí nghiệm có năng suất tăng > 20% so với đối chứng. Với lúa mì, trong số 91 thí nghiệm có 41 điểm có năng suất tăng > 10% và 2 điểm có năng suất tăng > 20% so với đối chứng. Với mustard, trong số 10 thí nghiệm có 2 điểm năng suất tăng > 10% và 2 điểm năng suất tăng > 20 % so với đối chứng (bảng 2.15). Ở Úc, việc bón phân kẽm đã làm tăng năng suất cỏ chăn nuôi từ 47,35–85,58% so với đối chứng. Ở Indonesia, tình trạng thiếu kẽm với lúa đã được phát hiện ở Java (Yoshida và đồng sự, 1974). Soepardi (1982) ước tính có khoảng 2,5 triệu ha đất lúa ở Java thiếu kẽm. Ở Ai Cập, Nghiên cứu của Fathi

và đồng sự (1992) cho thấy phun qua lá 0,6 kg ZnSO<sub>4</sub> /ha và 2,4 kg Zn-EDTA đã làm tăng năng suất chất xanh của lúa miền 22,58% và 13,44% so với đối chứng.

Đối với cây ăn quả, nghiên cứu của Talakvodze (1973) cho thấy bón phân kẽm vào đất hay phun qua lá đã làm tăng năng suất cam 13% so với đối chứng. Bón phân kẽm vào đất với lượng 3 gam Zn/cây đã làm tăng năng suất cam giống Mandarin từ 25,8–30% so với đối chứng (Chanturiya, 1975). Theo Samoladasi (1965) cho thêm kẽm vào dung dịch Bordeaux (vôi + CuSO<sub>4</sub>) phun cho nho trên đất phù sa đã làm tăng năng suất 20% so với đối chứng.

**Bảng 2.15: Hiệu lực của phân kẽm với cây trồng**

| Cây trồng | Số thí nghiệm | Số thí nghiệm có năng suất tăng > 10% | Số thí nghiệm có năng suất tăng > 20% |
|-----------|---------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Lúa nước  | 293           | 130                                   | 76                                    |
| Lúa mì    | 91            | 41                                    | 2                                     |
| Mustard   | 10            | 2                                     | 2                                     |

Nguồn : Karim; Miah và Hassain, 1991.

Bón phân kẽm cho nho với lượng 10 kg/ha ở độ sâu 50 cm đã làm tăng năng suất và độ ngọt của nho trong suốt 5 năm liền. Năm thứ tư năng suất tăng 16% và năm thứ năm tăng 92% so với đối chứng (Bogun, 1963). Phân kẽm có hiệu quả cao với xoài. Phun kẽm sunfat nồng độ 0,2–0,8 % đã làm tăng chiều dài chồi, số lá, diện tích lá, tăng tỷ lệ

đậu quả, tăng năng suất và chất lượng xoài so với đối chứng (Rajput và Ram, 1979). Phun kẽm sunfat cũng làm tăng tỷ lệ đậu quả ở vải thiều. Nghiên cứu của Misra và Khan (1981) cho thấy: Phun  $ZnSO_4$  nồng độ 0,4% đã làm tăng độ lớn của quả, tăng năng suất vải thiều so với đối chứng không phun.

Ở Việt Nam, kết quả phân tích 1554 mẫu đất ở miền Bắc Việt Nam, phần lớn là đất trung du và đồi núi của Fritland (1974) cho thấy hàm lượng kẽm biến động trong khoảng 0,01–0,03%, ở mức thấp. Nghiên cứu đất miền Bắc của Nguyễn Vy và Trần Khải cho thấy đất phù sa sông Thái Bình, đất chiêm trũng và phù sa sông Mã có hàm lượng Zn hữu hiệu từ vết đến 3,5 ppm (ở mức thấp). Theo Jokioinen (1992), kết quả phân tích 122 mẫu đất ở nhiều vùng của Việt Nam do chương trình FADINAP/FINNIDA công bố cho thấy có 11% số mẫu đất thiếu kẽm. Nghiên cứu của Lê Thái Bạt (1991) cho thấy đất vùng Tây Bắc nước ta thiếu kẽm và coban dễ tiêu. Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Ngọc Nông (2003) cho thấy hàm lượng kẽm trong đa số các loại đất ở Bắc Kạn và Thái Nguyên đều ở mức nghèo và trung bình. Nghiên cứu của Phạm Quang Hà (2003) trên một số đất phù sa, đất xám và đất đỏ ở miền Bắc, Đông Nam Bộ và Tây Nguyên cho thấy có một số mẫu đất có hàm lượng kẽm ở mức rất thấp, có thể là thiếu hụt dinh dưỡng kẽm. Kết quả nghiên cứu kẽm trong đất trồng rau vùng Từ Liêm và Thanh Trì – Hà Nội của Vũ Đình Tuấn và Phạm Quang Hà (2004) cho thấy hàm lượng



kẽm tổng số dao động trong khoảng 74,45–98,35 ppm. Nghiên cứu kẽm trong đất của Lê Thị Thủy và Phạm Quang Hà (2004) cho kết quả, trong 11 mẫu đất phù sa sông Hồng hàm lượng kẽm tổng số từ 55–99,75 ppm, đều ở mức trung bình và cao so với thang Pevei. Hàm lượng kẽm dễ tiêu dao động từ 7,96–17,7 ppm, trung bình là 11,49 ppm. Trong 10 mẫu đất phù sa sông Thái Bình hàm lượng kẽm tổng số từ 42,25–95,5 ppm, đều ở mức trung bình và một vài mẫu cao so với thang Pevei. Hàm lượng kẽm dễ tiêu dao động từ 8,15–15,04 ppm, trung bình là 11,62 ppm.

Khi nghiên cứu các yếu tố hạn chế năng suất với cây trồng trên đất đỏ và đất xám Đông Nam Bộ, Lê Hoàng Kiệt (2001) đã rút ra kết luận kẽm là yếu tố hạn chế năng suất cây trồng trên đất đỏ vàng phát triển trên đá bazan và cũng là yếu tố hạn chế năng suất ngô trên đất xám bạc màu. Nghiên cứu của Nguyễn Phi Hùng và đồng sự (2001) cho thấy đất xám và đất phèn ở Đồng bằng sông Cửu Long có khả năng giữ kẽm khá chặt. Với lượng bón vào đất 20 ppm Zn, đất xám giữ lại tới 90% còn đất phèn giữ lại tới 50%. Với lượng bón 40 ppm, lượng giữ chặt tương ứng là 95% và 75%.

Kết quả nghiên cứu của Trần Thị Áng (1995) cho thấy phân kẽm đã làm tăng năng suất lúa 18%; năng suất ngô 26% và năng suất cà chua 29% so với đối chứng. Phân kẽ đã làm tăng hàm lượng protein thô trong gạo 5%; tăng hàm lượng vitamin C 6%;  $\beta$ -caroten 10% và giảm hàm lượng  $\text{NO}_3^-$  7% trong quả cà chua so với đối chứng. Khi nghiên cứu về cây ngô và lạc ở đất đồi, Thái Phiên và đồng

sự (1998) đã có kết luận đất phát triển trên đá phiến thạch thiếu kẽm. Kết quả thí nghiệm đồng ruộng với giống lúa IR 203 thực hiện năm 1989 tại Viện cây lương thực thực phẩm được dẫn bởi Phạm Đình Thái cho thấy: Xử lý hạt giống bằng  $\text{ZnSO}_4$  trong 60 giờ và phun tiếp  $\text{ZnSO}_4$  nồng độ 0,01%, liều lượng 500 lít/ha qua lá ở thời kỳ đẻ nhánh đã làm tăng năng suất 8,6–18,6% so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu hiệu lực của phân kẽm với cây cải bắp của Đặng Văn Hồng (1993) cho thấy: Xử lý hạt giống bằng hỗn hợp dung dịch  $\text{ZnSO}_4$  nồng độ 0,005% +  $\text{H}_3\text{BO}_3$  0,01% +  $\text{CuSO}_4$  0,05% trong 3 giờ đã làm tăng năng suất 13,9% so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu hiệu lực của kẽm với bông vải tại Đắk Lắk do Dương Việt Thành (2001) thực hiện cho thấy: Bón 20kg và 30 kg  $\text{ZnSO}_4$ /ha đã làm giảm tỷ lệ quả thối, tăng số quả/cây, tăng năng suất bông hạt 13,42–20,69% và bông xơ 26,65–30,79% so với đối chứng. Phun qua lá dung dịch  $\text{ZnSO}_4$  nồng độ 0,1–0,3% cũng đã làm giảm tỷ lệ quả thối, tăng năng suất bông hạt có ý nghĩa từ 8,21–32,27% so với đối chứng (bảng 2.16 và 2.17).

Nguyễn Bảo Vệ và Nguyễn Thị Minh Châu (2004) khi nghiên cứu ảnh hưởng của hỗn hợp kẽm và mangan với cam mật và quýt đường đã rút ra kết luận: Phun hỗn hợp  $\text{ZnSO}_4$  +  $\text{MnSO}_4$  nồng độ 5000 ppm cho cam mật và quýt đường bị bệnh vàng lá gân xanh mức sơ khởi hay trung bình đều làm tăng khả năng hồi phục so với đối chứng. Nghiên cứu của Kẹo Vivon Ut Tha Chắc và đồng sự (1994) cho thấy phun phân kẽm qua lá với nồng độ 0,3% Zn cho cam

Sunkist đã làm tăng tỷ lệ đậu quả, giảm tỷ lệ rụng quả, tăng năng suất thực thu 27,32% so với đối chứng, tăng hàm lượng đường và vitamin C trong quả.

**Bảng 2.16: Ảnh hưởng của kẽm đến năng suất bông vải**

| Công thức                  | Bông hạt  |                | Bông xơ   |                |
|----------------------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
|                            | Năng suất | Tăng so ĐC (%) | Năng suất | Tăng so ĐC (%) |
|                            | (tấn/ha)  |                | (tấn/ha)  |                |
| Đối chứng                  | 1,35      | -              | 4,84      | -              |
| 10kg ZnSO <sub>4</sub> /ha | 1,45      | 7,41           | 5,24      | 8,26           |
| 20kg ZnSO <sub>4</sub> /ha | 1,75      | 20,69          | 6,33      | 30,79          |
| 40kg ZnSO <sub>4</sub> /ha | 1,69      | 13,42          | 6,13      | 26,65          |

Nguồn : Dương Việt Thành, 2001.

**Bảng 2.17: Ảnh hưởng của phun Zn đến năng suất bông**

| Công thức                  | Tỷ lệ quả thối | Năng suất bông xơ (tấn/ha) | Tăng năng suất so với đối chứng (%) |
|----------------------------|----------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Đối chứng                  | 2,3            | 1,633                      | -                                   |
| Phun ZnSO <sub>4</sub> ,1% | 2,5            | 1,767                      | 8,21                                |
| Phun ZnSO <sub>4</sub> ,2% | 1,9            | 2,160                      | 32,27                               |
| Phun ZnSO <sub>4</sub> ,3% | 2,1            | 2,127                      | 30,25                               |

Nguồn : Dương Việt Thành, 2001.

Kết quả nghiên cứu hiệu lực của phân kẽm đối với lạc trên đất Đông Anh – Hà Nội của Vũ Văn Nhân và Nguyễn Đình Mạnh (1990) cho kết quả: Phun kẽm sunfat vào thời kỳ lạc bắt đầu ra hoa ở nồng độ 0,01–0,25% đã

làm tăng năng suất củ có ý nghĩa so với đối chứng với mức tăng 11,76–32,15%. Phun hỗn hợp kẽm sunfat và boric axit nồng độ 0,05% Zn + 0,01% B đã làm tăng năng suất lạc củ 29,32% so với đối chứng. Nghiên cứu hiệu lực của phân kẽm đối với ớt trên đất phù sa cổ nghèo dinh dưỡng tại Thừa Thiên – Huế của Lê Thị Khánh và Võ Hùng (1997) cho kết quả: Phun  $\text{ZnSO}_4$  nồng độ 0,05% ở thời kỳ phân cành hay thời kỳ ra hoa đợt I hoặc ra quả non đều làm rút ngắn thời gian sinh trưởng và tăng năng suất củ có ý nghĩa so với đối chứng với mức tăng 24,47–36,6%. Một nghiên cứu khác của Lê Thị Khánh (1998) cho thấy phun  $\text{ZnSO}_4$  nồng độ 0,05% cho ớt đã làm tăng tỷ lệ đậu quả 12,22%, tăng tỷ lệ chất khô 14,6%, tăng hàm lượng đường tổng số và vitamin C so với đối chứng.

Ngoài các nghiên cứu hiệu lực riêng của phân kẽm, nhiều kết quả nghiên cứu hiệu lực của kẽm chứa trong các loại phân NPK, phân NPK chuyên dùng hay phân bón lá cũng cho thấy các loại phân này đã làm tăng năng suất, chất lượng và hiệu quả kinh tế so với đối chứng. Các kết quả nghiên cứu thực hiện bởi các Viện nghiên cứu, Trường đại học và Trung tâm khuyến nông các tỉnh tại nhiều vùng cho thấy các loại phân bón có chứa kẽm chuyên dùng cho lúa, cho cây cà phê và cho ăn quả hiệu Đầu Trâu đã làm tăng năng suất lúa 7,81–36,40% với lúa; tăng năng suất cây ăn quả 8,4–37,8% và cà phê 5,1–20,1% so với đối chứng. Các loại phân bón chuyên dùng này còn làm tăng chất lượng nông sản và tăng lợi nhuận cho nông dân.

# Chương 3

## SẮT

### 3.1 ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA CỦA SẮT

Sắt (Fe) là nguyên tố kim loại hóa trị 2 và 3, nguyên tử lượng 55,847, bán kính ion 0,74 Å. Sắt được phát hiện là nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu với cây trồng năm 1860 bởi Sachs và thiết yếu với động vật từ thế kỷ 17. Ngày nay tình trạng thiếu sắt đã được phát hiện ở nhiều vùng đất trồng trên thế giới. Ở Mỹ có tới 22 bang phát hiện đất thiếu sắt. Ở vùng Trung Đông, thiếu sắt thường gặp ở đậu nành. Ở Canada, tình trạng thiếu Fe cũng khá phổ biến trên các cây cảnh và cây ăn trái trồng trên đất kiềm.

Sắt là nguyên tố phong phú hàng thứ tư và chiếm 5% trong lớp vỏ trái đất. Trong tự nhiên, sắt có nhiều trong khoáng nguyên sinh và thứ sinh như olivine  $[(Mg,Fe)_2SiO_4]$ , pyrite ( $FeS$ ), siderite ( $FeCO_3$ ), hematite ( $Fe_2O_3$ ), goethite ( $FeOOH$ ), magnetite ( $Fe_3O_4$ ) và limonite  $[FeO(OH).nH_2O + Fe_2O_3.nH_2O]$ . Hàm lượng sắt trong đất biến động rất rộng, từ 0,7–55%. Ngoài khoáng nguyên sinh, sắt còn tồn tại trong các khoáng sét, oxit và hydroxit.

- Dạng oxit: hemantite ( $Fe_2O_3$ ), magnetite ( $Fe_3O_4$ ), goethite ( $FeOOH$ ).

- Dạng sunfit: pyrite  $FeS_2$ , pyrrhotite ( $Fe_{1-x}S$ ),

jarosite ( $K_3Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$ ).

- Dạng carbonate: siderite  $FeCO_3$ .

- Dạng sulfat: jarosite  $[KFe_3(OH)_6(SO_4)_4]$ .

**Bảng 3.1: Hàm lượng sắt trong các loại đá và đất**

| Nhóm đá      | Loại đá              | Hàm lượng (ppm) |
|--------------|----------------------|-----------------|
| Đá phun xuất | Crust                | 56.000          |
|              | Granite (đá granit)  | 27.000          |
|              | Basalt (đá bazan)    | 86.000          |
| Đá trầm tích | Lime stone (đá vôi)  | 3.800           |
|              | Sand stone (đá cát)  | 9.800           |
|              | Shale (đá phiến sét) | 47.000          |
| Đất          | Các loại đất         | 10.000–100.000  |

Nguồn : Turekian và Wedepond, 1961; Taylor, 1964.

## **3.2 SẮT TRONG ĐẤT**

### **3.2.1 Dạng sắt trong đất**

Trong đất, sắt tồn tại ở 4 dạng chính: Khoáng nguyên sinh và thứ sinh; sắt hấp thu; sắt trong hợp chất hữu cơ và sắt tan trong nước. Vòng tuần hoàn sắt trong đất cũng tương tự như các chất vi lượng khác. Sắt thường có mặt trong các hợp chất sau:

- Các hợp chất silicate như olivine, augite,

hornblende và biotite là nguồn sắt chính trong đất.

- Sắt là thành phần chính của các hợp chất haematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) và siderite ( $\text{FeCO}_3$ ) trong đất.

- Sắt là thành phần của một số khoáng lattice thứ cấp và thiết yếu của phần lớn khoáng sét.

- Sắt là thành phần trong các hợp chất hữu cơ, các phức chất cần thiết cho cây trồng. Phức sắt trong đất có thể tạo thành do vi sinh vật phân giải chất hữu cơ hay tàn dư thực vật. Các chất bài tiết từ rễ cây trồng cũng có khả năng tạo phức với các chất vi lượng, trong đó có sắt.

- Một lượng nhỏ sắt tồn tại ở dạng sắt trao đổi. Sắt trong dung dịch xuất hiện chính ở dạng  $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$ . So với các ion khác trong đất, nồng độ  $\text{Fe}^{3+}$  rất thấp. Trên đất thoát nước tốt, hàm lượng  $\text{Fe}^{2+}$  nhỏ hơn so với  $\text{Fe}^{3+}$ .

Nồng độ sắt tan trong nước rất thấp; cùng với phức sắt-hữu cơ, các dạng sắt tan trong nước như  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$  và  $\text{Fe}^{2+}$  có sự biến đổi, chuyển hóa trong trường hợp chế độ khí của đất thay đổi từ yếm khí sang hiếu khí.

### 3.2.2 Sắt tổng số trong đất

Trung bình sắt chiếm 5% trong đất tính theo trọng lượng. Tuy nhiên sắt tổng số khác biệt đáng kể giữa các loại đất. Đất đỏ thường có hàm lượng sắt tổng số cao ( $> 10\%$ ). Đất cát có hàm lượng sắt tổng số thấp (xấp xỉ 1%) và đất cát chua, rửa trôi nhiều có sắt tổng số rất thấp ( $< 1\%$ ).

Sắt tổng số trong đất chưa phản ánh được dinh dưỡng sắt đối với cây trồng.

### 3.2.3 Sắt hữu hiệu trong đất

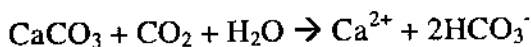
Sắt hữu hiệu là phần sắt cây trồng có thể hút được. Hàm lượng sắt hữu hiệu trong đất thấp thường dẫn đến thiếu sắt. Các yếu tố như pH, chất hữu cơ, kết cấu đất, lân, nhiệt độ, độ ẩm... ảnh hưởng đến sắt hữu hiệu trong đất.

### 3.2.4 Yếu tố ảnh hưởng đến sắt hữu hiệu trong đất

#### \* pH đất

Độ tan của sắt phụ thuộc rất chặt vào độ pH và giảm đi 1000 lần khi tăng 1 đơn vị pH đất. Bằng chứng rõ ràng là sắt hữu hiệu giảm nghiêm trọng khi pH đất tăng. Phương trình mô tả mối quan hệ giữa pH với  $\text{Fe}^{3+}$  trong đất như sau:  
$$\text{Fe(OH)}_3 (\text{đất}) + 3\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$$

Sự thiếu hụt sắt trên đất kiềm thường thấy rất rõ do pH cao sẽ làm kết tủa sắt di động. Ngược lại, trên đất quá chua mà sắt tổng số thấp cũng có thể xảy ra tình trạng thiếu sắt. Nước tưới và hàm lượng bicacbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) trong đất cao làm tình trạng thiếu sắt trầm trọng hơn. Bicacbonat có thể được tạo thành trong đất do phản ứng:



Mặc dù sự hiện diện của một mình canxi không trực tiếp ảnh hưởng đến sự thiếu sắt, song phản ứng của nó với môi trường đất lại dẫn đến sự thiếu sắt.



### **\* Chất hữu cơ trong đất**

Một phần lớn sắt hữu hiệu trong đất ở dạng phức hữu cơ. Đất nghèo hữu cơ, hàm lượng sắt hữu hiệu thấp. Bón phân hữu cơ làm tăng khả năng hút và giữ nước của đất, tăng sắt hữu hiệu. Bón phân hữu cơ giúp cải thiện kết cấu đất, làm đất thông thoáng hơn từ đó tăng sắt hữu hiệu.

### **\* Cấu trúc đất**

Đất có cấu trúc xấu thường nghèo sắt hữu hiệu. Đất cát không những có sắt tổng số thấp mà sắt hữu hiệu cũng thấp, điều này dẫn đến tình trạng thiếu sắt trầm trọng.

### **\* Lân trong đất**

Cũng giống như kẽm, hàm lượng của lân trong đất cao làm giảm sắt hữu hiệu đối với cây trồng. Tương tác Fe-P cũng được phát hiện ở một số cây trồng. Điều này có thể liên quan đến sự kết tủa muối sắt phốt phát. Lân có ảnh hưởng đến ngưỡng khủng hoảng sắt do cây trồng có thể chịu đựng được mức sắt thấp hơn khi hàm lượng lân trong đất cũng thấp.

### **\* Nhiệt độ đất**

Nhiệt độ đất thấp làm chậm tốc độ sinh trưởng phát triển của cây, đồng thời nó cũng làm giảm quá trình khoáng hóa chất hữu cơ giải phóng sắt hữu hiệu. Như vậy nhiệt độ thấp làm sự cung cấp sắt cho cây trồng giảm và sự thiếu hụt sắt càng trầm trọng thêm.

## **\* Sự biến động của lớp đất mặt**

Sự xói mòn hoặc rửa trôi lớp đất mặt dẫn đến tình trạng thiếu sắt với cây trồng. Cây trồng trên những đất này thường bị thiệt hại do lá non bị bạc trắng, khả năng quang hợp giảm, sinh trưởng, phát triển kém và năng suất giảm.

## **\* Độ ẩm đất**

Độ ẩm đất cao liên quan đến sự kém thoáng khí, dẫn đến thiếu sắt hữu hiệu, hạn chế sinh trưởng phát triển của cây trồng. Đất lúa nước là một ngoại lệ, trong trường hợp này nước và sự thiếu khí là yếu tố cần thiết cho sự cung cấp sắt thuận lợi. Trong điều kiện đất thiếu oxi,  $\text{Fe}^{3+}$  chuyển thành  $\text{Fe}^{2+}$  làm sắt hữu hiệu tăng và đất lúa nước thường có sắt khá cao. Tuy nhiên cũng không loại trừ tình trạng lúa thiếu sắt, ở đất có pH cao, hàm lượng chất hữu cơ thấp hay đất cát. Ở những đất này, sự ngập nước lại làm cho sắt hữu hiệu giảm. Khi sắt tan trong nước > 300 ppm cây trồng sẽ bị ngộ độc. Tình trạng này thường thấy ở đất chua, đất phèn và đất có khả năng phân hủy hữu cơ mạnh.

## **\* Sự tương tác giữa các ion trong đất**

Cũng giống như dư thừa lân, hàm lượng của đồng, mangan, molybden và kẽm sẽ ảnh hưởng tới sự hút và sử dụng sắt của cây. Nhiều trường hợp thiếu sắt được phát hiện do sự tích lũy đồng khi bón phân đồng liên tục một thời gian dài. Ở Hawaii, dừa bị biểu hiện thiếu sắt là do thừa mangan. Một số cây khác trồng trên đất có nguồn gốc từ đá serpentine có triệu chứng thiếu sắt do sự dư thừa Ni

(niken). Một số kết quả nghiên cứu cho thấy thiếu sắt ở cây đậu nành liên quan đến tỷ lệ  $\text{Fe}/(\text{Cu} + \text{Mn})$ .

### 3.2.5 Phân tích sắt trong đất

Amôn axetat và DTPA (bảng 3.2) là 2 chất thường được dùng để chiết rút sắt hữu hiệu trong đất. Nếu đất có dưới 2 ppm Fe theo phương pháp amôn axetat thì được xếp vào nhóm thiếu sắt. Ngưỡng khủng hoảng thiếu sắt theo phương pháp chiết rút bằng DTPA trong khoảng 2,5–4,5 ppm Fe. Hầu hết các loại cây đều có sự đáp ứng với phân sắt khi  $\text{Fe} < 2,5$  ppm. Nếu  $2,5 < \text{Fe} < 4,5$  ppm, chỉ những cây mẫn cảm với sắt mới có hiệu quả khi bón phân sắt. Theo Dobermann và Faihurst (2000) ngưỡng thiếu sắt đối với lúa là 2 ppm (phương pháp  $\text{NH}_4$ -acetate, pH 4,8) hay 4–5 ppm (phương pháp DTPA- $\text{CaCl}_2$ , pH 7,3). Theo Wallace và Lunt (1980), thiếu sắt thường là do các yếu tố:

- Ít bón phân sắt;
- Hàm lượng  $\text{CaCO}_3$  trong đất cao;
- Hàm lượng bicacbonat trong đất hay nước tưới cao;
- Làm lượng lân và đạm nitrat cao;
- Ngập nước quá mức hay điều kiện độ ẩm cao;
- Hàm lượng kim loại Mn, Cu, Zn cao;
- Mất cân đối tỷ lệ cation, yếm khí;
- Nhiệt độ quá cao hoặc quá thấp;
- Mức độ mẫn cảm cao. Bón quá nhiều hữu cơ;
- Nhiễm vi rút hay tuyến trùng;
- Do bản chất di truyền của cây;

**Bảng 3.2: Các chất thường dùng để phân tích sắt**

| Chất dùng chiết rút                                                | Tỷ lệ<br>đất/chất<br>chiết | Thời gian<br>lắc (phút) |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| N NH <sub>4</sub> OAc (pH 4,8)                                     | 2,5 : 50                   | 30                      |
| DTPA (0,005M DTPA + 0,1M<br>TEA + 0,01M CaCl <sub>2</sub> ) pH 7,3 | 10 : 20                    | 120                     |

Nguồn : Katyal; Randhawa, 1983.

**Bảng 3.3: Chẩn đoán dinh dưỡng sắt trong đất**

| Phân hạng | Hàm lượng Fe chiết<br>bằng DTPA (ppm) |
|-----------|---------------------------------------|
| Nghèo     | 0–2,5                                 |
| Đủ        | 2,6–4,5                               |
| Cao       | > 4,5                                 |

Nguồn : Tisdale; Nelson và đồng sự, 1993.

## **3.3 SẮT TRONG CÂY**

### **3.3.1 Chức năng của sắt trong cây**

Sắt có vai trò rất quan trọng trong hoạt động sống của cây. Thiếu sắt, quá trình sinh tổng hợp một số chất trong cây đình trệ, làm giảm khả năng hút kali, cây kém phát triển. Sắt là thành phần của một số protein đóng vai trò chìa khóa trong hệ thống enzym của cây, đó là các enzym catalase, peroxidase và một vài cytochrome.

Cytochrome có tác dụng đối với hô hấp của tế bào sống. Sắt tuy không cấu tạo nên diệp lục tố, song nó cần thiết cho quá trình sinh tổng hợp và duy trì chất diệp lục tố trong cây. Sắt có vai trò chủ yếu trong sự chuyển hóa axit nucleic, ảnh hưởng đến chuyển hóa RNA trong cây. Sắt giữ vai trò quan trọng trong quá trình quang tổng hợp, làm giảm nồng độ  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  trong cây và tăng đồng hóa  $\text{N}_2$ .

### 3.3.2 Hàm lượng sắt trong cây

**Bảng 3.4: Lượng sắt cây hút / lấy đi theo sản phẩm**

| Cây        | Năng suất<br>(tấn/ha) | Fe cây<br>lấy đi | Nguồn           |
|------------|-----------------------|------------------|-----------------|
| Lúa        | 9,8                   | 3430 g/ha        | De Datta, 1989  |
| Ngô        | 9,5                   | 2130 g/ha        | Aldrich, 1986   |
| Khoai tây  | 100                   | 2000 g/ha        | Burton, 1989    |
| Khoai lang | 10                    | 490 g/ha         | Bradburg, 1990  |
| Sắn (mì)   | 37                    | 900 g/ha         | Howeler, 1985   |
| Đậu nành   | -                     | 366 g/tấn        | Batagha, 1978   |
| Mía        | -                     | 31 g/tấn         | Malavolta, 1982 |
| Cà phê chè | -                     | 112 g/tấn        | Malavolta, 1990 |
| Cam        | -                     | 3 g/tấn          | Chapman, 1968   |

Hàm lượng sắt trong cây khác nhau rất đáng kể (50–100 ppm) tùy theo giống và tuổi. Cây họ đậu giàu sắt hơn cỏ trong khi lúa là cây lấy đi nhiều sắt nhất. Trong cây, bộ phận già có hàm lượng sắt cao hơn bộ phận non. Sắt là nguyên tố ít di động trong cây nên khi thiếu sắt, các bộ

phần non của cây bị ảnh hưởng trước trong khi bộ phận già ít bị ảnh hưởng. Hàm lượng sắt cao nhất khi cây còn non sau đó giảm dần theo tuổi cây. Việc chẩn đoán sắt trong cây cần chuẩn hóa ở các bộ phận và tuổi cây vì mỗi bộ phận có ngưỡng khủng hoảng khác nhau. Sắt trong cây bị ảnh hưởng bởi tương tác bởi nhiều nguyên tố khác.

Hàm lượng lân, canxi, magiê và kali cao sẽ hạn chế khả năng vận chuyển sắt trong cây (Lingle và đồng sự, 1963). Sắt trong cây có tương quan nghịch với các kim loại nặng như đồng, coban, crom, niken và kẽm trong cây. Reuther và Smith (1953) đã kết luận rằng thiếu sắt ở cây có mối liên quan đến hàm lượng đồng trong cây cao.

### 3.3.3 Ngưỡng khủng hoảng sắt trong cây

**Bảng 3.5: Ngưỡng khủng hoảng sắt ở cây trồng (ppm)**

| Cây         | Bộ phận         | Thiếu | Bình thường |
|-------------|-----------------|-------|-------------|
| Lúa         | Lá              | < 63  | > 80        |
|             | Chồi            | < 50  | 60-100      |
|             | Cả cây          | < 70  | 75-150      |
| Ngô         | Lá              | 24-56 | 56-178      |
| Đậu nành    | Lá              | 28-38 | 44-60       |
| Mía         | Ngọn (34 ngày)  | < 5   | 40-100      |
| Cà phê      | Lá              | < 50  | 90-180      |
| Bông vải    | Lá trưởng thành | < 50  | 50-350      |
| Cây có múi  | Lá              | < 35  | 60-120      |
| Hương dương | Lá trưởng thành | < 80  | 113         |

Nguồn : Wallihan, 1966; Evans, 1965; Fairhurst, 2000.

Nhìn chung, cây trồng có triệu chứng thiếu sắt khi hàm lượng sắt trong cây nhỏ hơn 50 ppm Fe. Tuy vậy cũng có những cây khi hàm lượng sắt lên tới vài trăm ppm mà cây vẫn có triệu chứng thiếu sắt. Do sự tương quan không chặt giữa sắt trong cây và năng suất nên việc phân tích sắt tổng số có thể không chắc chắn cho ta chỉ số thiếu sắt. Vấn đề là không thể chỉ dựa vào thống kê cho dù nếu phân tích “Sắt hoạt động” trong cây.

Để khắc phục sự mâu thuẫn trên, hiện nay việc đánh giá  $\text{Fe}^{2+}$  được đề nghị dùng nhiều hơn sắt tổng số. Các cây xanh có hàm lượng  $\text{Fe}^{2+}$  cao hơn so với cây mất màu xanh. Điều này ngược lại với hàm lượng sắt tổng số. Phương pháp phân tích  $\text{Fe}^{2+}$  bao gồm chiết rút mẫu tươi bằng dung dịch 0-phenanthroline (1,5%; pH = 3) và so màu trên máy ở 510 nm.

Ngộ độc sắt ở cây trồng khá hiếm gặp và ngưỡng ngộ độc cho tới nay chưa được thực sự được rõ ràng. Lúa ngập nước là một ngoại lệ, tình trạng độc sắt trên đất phèn, đất chua nhiều là khá phổ biến. Ngộ độc sắt với lúa đã được báo cáo ở Tây Nam Á, châu Phi và Nam Mỹ. Theo Prade và đồng sự (1986) lúa ngộ độc sắt xuất hiện 2 thời kỳ chính, đó là tuần đầu tiên sau khi cấy bởi vì rễ cây mạ rất mẫn cảm với hàm lượng sắt cao trong đất sau ngập nước và giai đoạn từ đứng cái đến trổ khi tính thấm của rễ tăng sẽ hạn chế vi khuẩn quanh vùng rễ. Lúa ngộ độc sắt khi sắt trong cây > 300 ppm Fe (Ottow và đồng sự, 1983).

### 3.3.4 Tính miễn cảm của cây trồng với sắt

Các giống cây trồng khác nhau có sự miễn cảm khác nhau với sự thiếu hụt sắt. Thông thường những cây có nốt sần hay cây mà chất thải từ rễ của nó có khả năng tạo phức với sắt thì có khả năng sử dụng sắt trong đất cao. Những cây này có khả năng chịu đựng được mức sắt thấp trong đất. Ở đất cao trồng lúa, khả năng thiếu sắt cao bởi vì chúng dễ tạo thành lớp oxit sắt bao quanh rễ. Sự thiếu sắt của cây có khả năng tăng lên do khuynh hướng cây hút nhiều lân. Lân và sắt có tương tác đối kháng nhau. Tính miễn cảm với sắt của một số cây trồng thể hiện ở bảng 3.6.

**Bảng 3.6: Tính miễn cảm với sắt của một số cây trồng**

| <b>Miễn cảm cao</b> | <b>Miễn cảm trung bình</b> | <b>Miễn cảm thấp</b> |
|---------------------|----------------------------|----------------------|
| Lạc (đậu phộng)     | Lúa                        | Lúa                  |
| Đậu nành            | Ngô                        | Ngô                  |
| Cây có múi          | Đậu nành                   | Thuốc lá             |
| Cây ăn trái         | Thuốc lá                   | Khoai tây            |
| Nho                 | Bông vải                   | Rau                  |
| Rau                 | Rau                        | Củ cải đường         |
| Lúa miến            | Lúa mạch                   | Lúa mạch             |
| Đay                 | Cỏ                         | Lanh                 |

Nguồn : Mortvedt và đồng sự, 1977.

### 3.3.5 Triệu chứng thiếu sắt ở cây trồng

Trong hầu hết các trường hợp, thiếu sắt làm cho các



lá non trên ngọn bạc trắng. Triệu chứng ban đầu xuất hiện là vết trắng lợt hay vàng nhạt ở vùng giữa các gân của những lá non trong khi gân lá còn màu xanh. Tuy nhiên, trong một số trường hợp có tình trạng bạc toàn bộ lá. Cuối cùng lá chuyển trắng và có thể xuất hiện những đốm hoại tử rải rác trên bề mặt lá.

Thiếu sắt làm quá trình sinh trưởng của cây bị đình trệ, một số trường hợp làm cây bị chết. Thiếu sắt làm cho cây bị rụng lá được ghi nhận ở lúa miến và ngô, trong khi lá bạc trắng thấy rõ ở lúa. Bạc trắng phần thịt lá cũng diễn hình ở các cây có múi và dâu tây trong khi bạc trắng toàn bộ lá thấy rõ trên cây đào.

Trên đồng ruộng, triệu chứng thiếu sắt không phải lúc nào cũng diễn hình. Trong một số trường hợp, cây trồng có thể xuất hiện tình trạng bạc trắng một số lá non trong khi những lá sát cạnh vẫn còn xanh. Một số trường hợp toàn bộ số lá trên cây bạc trắng nhưng một số cây bên cạnh vẫn còn xanh bình thường.

#### **\* Phun qua lá để chẩn định thiếu sắt ở cây trồng**

Để xác định chắc chắn tình trạng thiếu sắt có thể dùng dung dịch sunfat sắt 1% phun cho cây trồng. Trong vòng 2 tuần, nếu cây thực sự thiếu sắt có thể thấy rõ sự chuyển xanh. Sự phát triển của diệp lục tố làm tái sinh lại màu xanh của lá, tuy vậy có thể xuất hiện một số đốm trắng. Hiệu lực của biện pháp này rất rõ với những cây đang có nhiều lá non.

### 3.3.6 Triệu chứng ngộ độc sắt ở cây trồng

Triệu chứng ngộ độc sắt thường xuất hiện ở lúa nước, đặc biệt là trên đất phèn hay đất chua úng trũng. Ban đầu các lá già phía dưới xuất hiện những đốm nhỏ màu nâu bắt đầu từ chóp và mép lá, các đốm này lan dần vào trong và hợp lại, các phần khác vẫn xanh bình thường. Khi ngộ độc sắt nặng, lá khô dần, rễ kém phát triển, cây thấp, khả năng đẻ nhánh giảm, năng suất thấp. Trong một số trường hợp, ngộ độc sắt làm các lá dưới cùng chuyển màu nâu tím. Ở thuốc lá, ngộ độc sắt làm xuất hiện các đốm màu xám trên các lá non trên ngọn và các lá giữa. Các lá này mỏng và mềm, dễ bị rách hay rũ xuống khi trời nắng to.

## 3.4 PHÂN SẮT

Sắt vô cơ là nguồn phân sắt rẻ tiền và thường được dùng nhất, trong đó sắt 2 sunfat và sắt 3 sunfat được sử dụng rộng rãi hơn cả. Mặc dù vậy khi bón sắt sunfat vào đất hiệu quả thấp hơn so với phun qua lá vì sắt có thể bị cố định bởi các chất khác trong đất để tạo thành các dạng sắt mà cây trồng không hút được.

Phức sắt là nguồn phân sắt có hiệu lực cao, song giá cao nên việc sử dụng chưa rộng rãi. Phức sắt tổng hợp có hiệu quả cao khi bón vào đất nhưng phức sắt tự nhiên lại tốt hơn khi phun qua lá. Phức sắt phổ biến nhất hiện nay là Fe-EDTA, công thức phân tử:  $C_{10}H_{12}N_2O_8FeNa.3H_2O$ , trọng lượng phân tử 421,1 g; chứa 13% Fe, tan tốt trong nước. Trong các loại phức tổng hợp thì Fe-EDDHA có hiệu lực

cao nhất, kể đó là Fe-DTPA.

**Bảng 3.7: Các loại phân sắt thường dùng**

| <b>Nguồn sắt</b>         | <b>Công thức</b>                                                               | <b>Fe (%)</b> |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Sắt vô cơ</b>         |                                                                                |               |
| Sắt 2 sunfat ngậm 7 nước | $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$                                      | 20,5          |
| Sắt 3 sunfat ngậm 4 nước | $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$                         | 20,0          |
| Sắt cacbonat             | $\text{FeCO}_3$                                                                | 42,0          |
| Sắt 2 oxit               | $\text{FeO}$                                                                   | 77            |
| Sắt 3 oxit               | $\text{Fe}_2\text{O}_3$                                                        | 69            |
| Sắt - Amôn sunfat        | $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$                                                   | 14,0          |
|                          | $\text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$                                      |               |
| Sắt - Amôn photphat      | $\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$                   | 29            |
| Sắt - Amôn polyphotphat  | $\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{HP}_2\text{O}_7$                                  | 22            |
| <b>Sắt hữu cơ</b>        |                                                                                |               |
| Lignin sunphonat         | -                                                                              | 6,0           |
| Metoxyn phenypropane     | -                                                                              | 5,0           |
| Polyflavonoid            | -                                                                              | 6-9           |
| <b>Phức sắt</b>          |                                                                                |               |
| Fe-DTPA                  | $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{O}_{10}\text{N}_3$    | 10            |
| Fe-EDTA                  | $\text{FeNaC}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_8\text{N}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ | 9-13          |
| Fe-EDDHA                 | $\text{FeC}_{18}\text{H}_{20}\text{O}_6\text{N}_2$                             | 6,0           |
| Fe-HEDTA                 | $\text{FeC}_{10}\text{H}_{15}\text{O}_7\text{N}_2$                             | 5-9           |

Nguồn : Mortvedt và đồng sự, 1977; Murphy, Walsh, 1972.

Chất hữu cơ cũng có chứa một lượng nhỏ sắt tiềm

tàng là nguồn sắt tốt cho những vùng đất thiếu sắt. Bón nhiều phân hữu cơ là một biện pháp cung cấp sắt cho cây. Một số phân dùng để bón vào đất hiệu Đâu Trâu như: Đâu Trâu 97, 98, 99; Đâu Trâu AT1, AT2, AT3; L1, L2 hay NPK-20-20-15-TE; NPK-13-13-13-TE; NPK-15-10-15 hiệu Đâu Trâu cũng có chứa lượng sắt hữu hiệu đáng kể.

### **3.5 SỬ DỤNG PHÂN SẮT**

Thiếu hụt sắt gây ra sự rối loạn dinh dưỡng nghiêm trọng ở một số cây trồng. Thiếu sắt thường xuất hiện trên đất kiềm, đất đá vôi. Thiếu sắt là một vấn đề phổ biến đối với những vùng đất cao trồng lúa. Cây mía, đậu nành, cây ăn quả và một số cây cảnh là những cây đáp ứng cao với phân sắt và việc bón phân sắt đem lại hiệu quả cao.

Sự đáp ứng của cây trồng với phân sắt phụ thuộc vào giống. Trong một số trường hợp, cây thiếu sắt trong suốt quá trình sinh trưởng, phát triển. Một số trường hợp khác cây chỉ thiếu sắt ở giai đoạn còn non và việc bón phân sắt không có hiệu quả. Trên đồng ruộng, tình trạng thiếu sắt cũng có thể thấy ở năm này, song lại không thấy xuất hiện ở năm kế tiếp. Nguyên nhân của tình trạng này hiện cũng chưa được sáng tỏ.

#### **3.5.1 Bón vào đất**

- Sắt vô cơ bón vào đất có hiệu lực thấp trong khi phức sắt bón vào đất có hiệu lực cao hơn bởi vì sắt vô cơ dễ dàng bị chuyển sang dạng không hữu hiệu trong khi phức sắt

ít bị chuyển hóa. Sắt vô cơ cần bón rải đều trên mặt đất với lượng tối đa đến 30 kg/ha cho lúa hay 12–24 gam/cây dài ngày. Cần bón ngay khi có triệu chứng biểu hiện thiếu sắt.

- Phức sắt có hiệu lực cao, tuy nhiên do giá của phức sắt cao nên cần phải tính toán hiệu quả kinh tế. Lượng bón phức Fe-EDDHA khoảng 0,5–1 kg/ha là có thể khắc phục được tình trạng thiếu sắt của cây trồng. Bón phức sắt theo hàng, theo hốc hiệu lực cao hơn so với bón rải. Để có kết quả tốt, phức sắt cần bón lót trước khi gieo trồng.

### 3.5.2 Bón qua lá

- Phun dung dịch sắt sunfat hay phức sắt qua lá là biện pháp hợp lý thường dùng để khắc phục tình trạng thiếu sắt ở cây trồng. Biện pháp phun dung dịch sắt sunfat thường có hiệu quả kinh tế hơn so với phức sắt vì giá thành rẻ.

- Phun dung dịch sắt sunfat hay phức sắt nồng độ 1–3% với lượng dịch phun 300–400 lít/ha là thích hợp để khắc phục tình trạng thiếu sắt ở cây trồng.

- Phun lần đầu ngay khi triệu chứng thiếu sắt xuất hiện và sau đó 10–14 ngày phun lần thứ hai. Phun lặp lại một vài lần cho đến khi trên cây không còn triệu chứng thiếu sắt. Đối với lúa cần phun ngay khi bắt đầu đẻ nhánh và phun tiếp 1–2 lần, định kỳ 7–10 ngày/lần sẽ khắc phục được tình trạng thiếu sắt.

- Sắt trong dung dịch phun có thể bị chuyển hóa do vậy việc điều chỉnh độ pH của dung dịch phun về trung tính

bằng vôi là rất cần thiết để duy trì tính ổn định của dung dịch phun. Phun ướt đều cả bề mặt trên và dưới lá có hiệu quả cao hơn so với chỉ phun mặt trên lá.

- Cần phun vào buổi sáng sớm hay chiều mát, tránh phun khi trời nắng vì dễ gây cháy lá.

- Phun qua lá có thể không khắc phục hoàn toàn triệu chứng trong trường hợp thiếu sắt quá nặng. Lá cây quá nhỏ khi cây còn non cũng là một trở ngại khi áp dụng biện pháp phun qua lá. Phun qua lá cũng không dễ thực hiện đặc biệt với những cây lâu năm có chiều cao nhưng là biện pháp tiết kiệm phân và rẻ tiền.

### **3.5.3 Hòa vào nước tưới**

- Hòa tan các hợp chất chứa sắt vào nước rồi tưới cho cây với lượng 2–4 kg Fe/ha. Hiệu quả của biện pháp này có thể thấp hơn so với phun qua lá nhưng cũng có thể áp dụng khi cây còn non hoặc khi việc phun qua lá không thuận lợi.

- Hòa tan phân sắt vào hệ thống nước tưới là biện pháp có thể áp dụng đem lại hiệu quả cao. Biện pháp này rất thích hợp đối với những cây công nghiệp dài ngày hay cây ăn quả có áp dụng hệ thống tưới nhỏ giọt. Lượng bón khoảng 5 gam Fe-EDDHA /cây/năm.

### **3.5.4 Biện pháp quản lý**

Nguyên nhân thiếu hụt sắt hiện nay chủ yếu là do

pH trong đất cao. Bón phân có chứa nhiều lưu huỳnh (S) hoặc các loại phân chua sinh lý có tác dụng làm giảm pH đất, từ đó làm giảm bớt tác hại do thiếu sắt. Tuy nhiên, bón một lượng lớn phân chua sinh lý để điều chỉnh pH của đất có thể khó có được hiệu quả kinh tế cao. Chẳng hạn để trung hòa 1% canxi carbonat ở lớp đất mặt (0–15 cm) cần 12 tấn axit sunfuric hoặc khoảng 3 tấn lưu huỳnh nguyên tố. Mặt khác khi hạ pH đất tuy làm tăng sắt hòa tan nhưng lại làm giảm một số chất vi lượng khác trong đất.

Tình trạng thiếu hụt sắt có thể được giải quyết nếu trên đất nghèo sắt ta trồng những cây có nhu cầu sắt thấp (cây ít mẫn cảm với sắt). Trên những đất giàu sắt cần trồng những giống cây trồng có nhu cầu sắt cao. Đối với những đất giàu sắt, để giảm tình trạng ngộ độc sắt có thể dùng vôi hoặc vôi kết hợp với mangan oxit để bón. Rút nước phơi ruộng cũng là biện pháp khắc phục ngộ độc sắt có hiệu quả với những cây trồng ở đất ngập nước.

### **3.6 HIỆU LỰC CỦA PHÂN SẮT VỚI CÂY TRỒNG**

Theo Vose (1982) có đến 40% diện tích đất trên thế giới bị thiếu sắt. Thiếu sắt ảnh hưởng đáng kể đến năng suất cây trồng. Các kết quả nghiên cứu đã xác định phân sắt có hiệu lực với cây lúa, mía, đậu nành, cây ăn quả, cây cảnh... Nghiên cứu của Maklwar và Imail (1992) cho thấy ở Ấn Độ có tới 1/4 diện tích đất thiếu sắt. Kết quả nghiên cứu của Place (1969) qua 1 thí nghiệm đồng ruộng và 3 thí

nghiệm trong nhà lưới đã kết luận rằng phân sắt khắc phục được tình trạng bạc lá ở lúa trên đất kiềm. Thí nghiệm đồng ruộng bón  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  với lượng 200–400 kg/ha không những khắc phục được tình trạng bạc lá lúa mà còn làm tăng năng có ý nghĩa so với đối chứng. Thí nghiệm của Singh và Singh (1966) thực hiện bằng cách phun Fe–Citrat nồng độ 1 ldl cho mạ đã thu được 80% mạ sống so với 100% mạ chết ở công thức đối chứng.

**Bảng 3.8: Ảnh hưởng của phân sắt tới năng suất lạc**

| Công thức                                         | Fe cây hút<br>(mg/bụi) | Năng suất<br>(g/bụi) | Tăng năng suất (%) |
|---------------------------------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|
| Đối chứng                                         | 15,7                   | 36,0                 | -                  |
| 50kg $\text{FeSO}_4$                              | 18,4                   | 40,1                 | 11,38              |
| 50kg $\text{FeSO}_4$ +50kg $\text{P}_2\text{O}_5$ | 24,8                   | 45,9                 | 27,5               |

Nguồn : Dangarwala và đồng sự, 1983.

Kết quả nghiên cứu của Hartzook và đồng sự (1974) cho thấy bón 10kg Fe-EDDHA/ha đã làm tăng năng suất đậu nành có ý nghĩa so với đối chứng với mức tăng từ 7,7–210% tùy theo giống. Thí nghiệm của Dangarwala và đồng sự (1983) cho kết quả: Bón 50kg  $\text{FeSO}_4$ /ha đã làm tăng năng suất lạc 11,4% ở công thức không có lân và 27,5% ở công thức có bón lân (bảng 3.8). Ở Việt Nam, kết quả nghiên cứu của chương trình FANIDAP/FINNIDA cho thấy có 4% số mẫu đất thiếu sắt trong tổng số 122 mẫu đất nghiên cứu (Jokioinen, 1992). Đất chua thường có hàm



lượng sắt cao. Các loại đất phèn ở Việt Nam thường có nồng độ sắt quá cao gây ngộ độc cho cây. Trong trường hợp này cần dùng vôi và phân lân để hạ phèn, giảm nồng độ sắt di động.

# Chương 4

## ĐỒNG

### 4.1 ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA CỦA ĐỒNG

Đồng (Cu) là nguyên tố vi lượng quý hàng thứ 5 trong nhóm vi lượng. Đồng có khối lượng nguyên tử 63,55; bán kính ion 0,72 Å. Năm 1931, Clipman đã xác định Cu là nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu với cây trồng. Trước đó, năm 1928 đồng đã được biết đến là nguyên tố thiết yếu với động vật. Trong lớp vỏ trái đất, đồng thường tập trung thành những mỏ. Đồng có trong thành phần các nhóm khoáng sunfite, oxit, carbonate, silicate và sunfate. Khoáng nguyên sinh chứa đồng phổ biến và quan trọng nhất là chalcopryrite, chalcocite và bornite. Các khoáng thứ sinh gồm oxit, carbonate, silicate, sunfate và chloride có độ tan kém. Các khoáng chất chính chứa Cu thuộc các nhóm sau:

- Nhóm sunfite thường: Chalcocite  $\text{Cu}_2\text{S}$ , covellite  $\text{CuS}$ .
- Nhóm phức sunfite: Chalcopryrite ( $\text{CuFeS}_2$ ), bornite ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ), enargite ( $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$ ), tetrahedrite ( $\text{Cu, Fe}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ ).
- Nhóm oxide: Cuprite ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), tenorite ( $\text{CuO}$ ).
- Nhóm carbonate: Malachite ( $\text{CuSiO}_3$ ) và azurite [ $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_3$ ].

- Nhóm silicate: Chrysocolla ( $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).
- Nhóm sunfate: Brochantite [ $\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4$ ].

**Bảng 4.1: Hàm lượng đồng trong các loại đá và đất**

| Nhóm đá      | Loại đá              | Hàm lượng (ppm) |
|--------------|----------------------|-----------------|
| Đá phun xuất | Crust                | 55              |
|              | Granite (đá granit)  | 10              |
|              | Basalt (đá bazan)    | 100             |
| Đá trầm tích | Lime stone (đá vôi)  | 4               |
|              | Sand stone (đá cát)  | 30              |
|              | Shale (đá phiến sét) | 45              |
| Đất          | Các loại đất         | 10 – 80         |

Nguồn : Taylor, 1964; Turekian và Wedepond, 1961.

Đồng có khả năng oxi hóa cao trong môi trường đất tự nhiên nên hiếm khi xuất hiện đồng ở dạng nguyên tố. Đồng có hai hóa trị, hóa trị 1 trong các chất khoáng ở độ sâu đáng kể so với bề mặt trái đất và hóa trị 2 trong các hợp chất ở lớp mặt ngoài của vỏ trái đất, tuy nhiên qui luật này cũng có những ngoại lệ. Trong dung dịch, đồng thường tồn tại ở dạng ion  $\text{Cu}^{2+}$  hay trong các phức bền vững. Ion  $\text{Cu}^+$  không bền ở nhiệt độ bình thường nếu nồng độ  $> 10^{-7}$  M. Khi nồng độ cao hơn, nó có thể tồn tại ở dạng phức âm như  $\text{CuCl}_2^-$ . Hàm lượng đồng trong đá biến động từ 4–100ppm, trong đó nhóm đá phun xuất giàu đồng hơn đá trầm tích. Trong môi trường axit và oxi hóa, đồng giải

phóng nhờ quá trình phong hóa sẽ kết hợp với  $\text{Cl}^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  và chất hữu cơ tạo thành các chất tan. Trong môi trường kiềm, đồng giải phóng nhờ quá trình phong hóa lại kết tủa với carbonate và bicarbonate. Đồng cũng có thể kết tủa với oxit hay sunfit. Sét, hữu cơ và oxit sắt hấp thu đồng mạnh.

## 4.2 ĐỒNG TRONG ĐẤT

Hàm lượng đồng trong lớp vỏ trái đất từ vết đến 250 ppm, trung bình từ 55–70 ppm. Đất cát nghèo đồng trong khi đất đỏ có hàm lượng đồng tổng số cao. Tình trạng thiếu đồng không phổ biến như những chất vi lượng khác. Đất than bùn hoặc đất có hàm lượng hữu cơ cao thường thiếu đồng. Tình trạng thiếu đồng cũng thường xuất hiện ở những vùng đất mới khai hoang và đất chua.

### 4.2.1 Dạng đồng trong đất

Trong đất, đồng tồn tại chủ yếu ở dạng sunfite mà điển hình nhất là chalcopyrite ( $\text{CuFeS}_2$ ). Đồng tổng số trong đất hiện diện ở khối lattice của các khoáng nguyên sinh và thứ sinh. Ngoài các khoáng nguyên sinh và thứ sinh, đồng trong đất còn tồn tại ở các dạng sau:

- Trong dung dịch đất (dạng ion hay phức).
- Dạng cation trao đổi trên bề mặt khoáng sét hay hữu cơ.
- Trong các hợp chất dạng oxit.
- Dạng hấp phụ giữ chặt trên bề mặt keo đất.
- Trong các chất hữu cơ hay trong vi sinh vật.

Đồng trong đất rất khó tan và chỉ có thể chiết rút được bằng các hóa chất mạnh để phá vỡ cấu trúc của các chất khoáng hoặc chất hữu cơ chứa đồng. Mặc dù vậy có một sự tương quan hữu cơ đến cân bằng giữa đồng trong dung dịch để giải phóng  $\text{Cu}^{2+}$  chuyển dịch đến rễ cây. Một phần nhỏ trong số đồng tổng số có thể tồn tại trong dung dịch. Thông thường hàm lượng đồng trong dung dịch  $< 0,001$  ppm.

#### 4.2.2 Đồng tổng số

Đồng tổng số trong đất biến động từ 10–200 ppm và trung bình vào khoảng 55 ppm. Tuy nhiên hàm lượng đồng tổng số từ 1–2 ppm cũng đã được phát hiện ở những đất thiếu đồng. Giàu đồng nhất là đất phát triển trên đá basalt (100 ppm) và thấp là đất phát triển trên đá granite (10 ppm). Đồng tổng số phụ thuộc nhiều vào cấu trúc và hàm lượng hữu cơ của đất. Đất có cấu trúc tốt thì hàm lượng đồng tổng số cao hơn so với các đất có cấu trúc kém.

#### 4.2.3 Đồng ẩn trong các hợp chất khác

Một phần nhỏ đồng trong đất ẩn trong cấu trúc của một số khoáng sét và oxit sắt, oxit mangan. Đồng cũng có khả năng thay thế đồng hình với các nguyên tố khác trong lớp tinh thể silicate. Chúng pha trộn trong các khoáng  $\text{CaCO}_3$  và  $\text{MgCO}_3$  ở những vùng đất khô hạn và trong khoáng  $\text{Al}(\text{OH})_3$  và  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ở những vùng đất chua.

## 4.2.4 Đồng hữu hiệu

### \* Đồng trong dung dịch

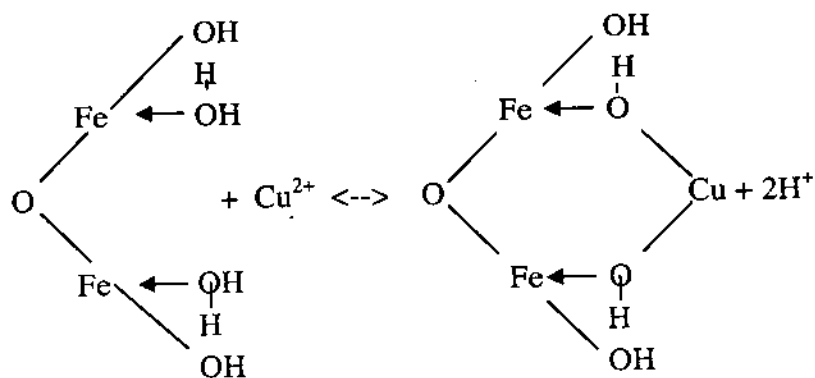
Cả đồng vô cơ và đồng hữu cơ đều tồn tại trong dung dịch đất nhưng phần lớn tồn tại ở dạng phức hữu cơ tan (Hodgson và đồng sự, 1968). Nồng độ đồng trong dung dịch đất khá thấp, từ  $10^{-8}$  đến  $10^{-6}$  M. Khi pH < 7, ion  $\text{Cu}^{2+}$  chiếm ưu thế. Khi tăng độ pH thì nồng độ  $\text{Cu}^{2+}$  giảm dần và khi pH > 7 thì  $\text{Cu}(\text{OH})_2^0$  chiếm ưu thế. Phương trình chuyển hóa ion đồng trong đất xảy ra như sau:



Một số ít đồng ở dạng  $\text{CuSO}_4^0$  và  $\text{CuCO}_3^0$  cũng quan trọng trong đất chua và đất kiềm (Lindsay, 1979). Cây trồng hút đồng thuận lợi nhất là ở dạng phức đồng. Các chất hữu cơ trong đất có thể tạo phức với  $\text{Cu}^{2+}$ . Các phức này sẽ tăng lên đáng kể khi có một lượng phân đồng được bón vào.

### \* Đồng hấp phụ

Ion  $\text{Cu}^{2+}$  có thể được hấp phụ trên bề mặt lớp khoáng sét, chất hữu cơ, các hợp chất sắt, nhôm hoặc oxit mangan. Trừ ion  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  có thể hấp phụ mạnh với tất cả các kim loại hóa trị 2 và 3 như Fe và Al oxit. Lực hấp phụ bởi oxit không giống như lực hút tĩnh điện của  $\text{Cu}^{2+}$  lên dung tích hấp thu của sét, nó tạo ra các dạng Cu-O-Al hoặc Cu-O-Fe. Lực hấp phụ hóa học này được tạo ra bởi số lượng nhóm OH<sup>-</sup> trên bề mặt.



Hình 2: Sơ đồ hấp phụ  $\text{Cu}^{2+}$  trên bề mặt nhóm hydroxyl

### \* Đồng hữu cơ

Hầu hết đồng trong lớp đất mặt là ở dạng phức hữu cơ tan và không tan. Đất than bùn có hàm lượng đồng cao (130–190  $\text{mg}/100\text{g}$  đất). Khả năng kết hợp với chất hữu cơ của đồng mạnh hơn so với các chất vi lượng khác. Ion  $\text{Cu}^{2+}$  kết hợp với hai hoặc nhiều hơn nhóm chức chính carboxyl hoặc phenol. Axit humic và fulvic có chứa nhiều nhóm carboxyl có thể kết hợp với đồng. Trong hầu hết các khoáng của đất, chất hữu cơ có thể kết hợp với sắt tạo thành các phức sắt–kim loại–hữu cơ. Khả năng tạo phức sẽ cao nhất ở đất mà kaolinite chiếm ưu thế và thấp hơn ở đất mà montmorillonite chiếm ưu thế.

### \* Đồng dự trữ trong đất

Trong đất luôn có quá trình chuyển hóa qua lại giữa đồng hữu hiệu và đồng khó tiêu. Trong những điều kiện

thuận lợi, đồng khó tiêu có thể chuyển thành đồng hữu hiệu cho cây và ngược lại.

#### **4.2.5 Yếu tố ảnh hưởng đến đồng hữu hiệu trong đất**

Đồng hữu hiệu trong đất phụ thuộc vào nhiều yếu tố như đồng tổng số, kết cấu đất, pH, dung tích hấp thụ (CEC), chất hữu cơ và oxit. Đồng hữu hiệu phụ thuộc nhiều vào Cu tổng số, có thể dự đoán đồng hữu hiệu thông qua Cu tổng số trong đất. Đất có Cu tổng số < 6 ppm hoặc đất hữu cơ có Cu tổng số < 300 ppm có thể thiếu đồng.

##### **\* pH đất**

Nồng độ đồng trong dung dịch đất giảm nhẹ khi pH tăng bởi vì nó làm giảm độ tan và tăng đồng hấp phụ. Đồng hấp phụ bởi sét, chất hữu cơ và sesquioxide tăng khi pH đất tăng. Độ tan của đồng phụ thuộc vào pH đất và độ tan này tăng 100 lần khi pH giảm đi mỗi đơn vị. Hiện tượng thiếu đồng đã được phát hiện ở nhiều vùng đất có pH > 7. Tuy nhiên ở đất chua (pH < 4,5) đồng hữu hiệu cũng rất thấp, điều này là do lượng đồng tan trong nước đã bị kết tủa bởi nhôm silicate, phosphate... Sự hút dư thừa các nguyên tố khác ở đất chua làm giảm khả năng hút đồng của cây.

##### **\* Chất hữu cơ**

Trong số các cation vi lượng đồng, kẽm, sắt và mangan thì đồng có khả năng kết hợp mạnh nhất với chất hữu cơ. Điều này lý giải tại sao tình trạng thiếu đồng thường xảy ra trên đất giàu hữu cơ (đất than bùn, đất mùn



trên núi). Tình trạng thiếu đồng trên những đất này càng trầm trọng hơn nếu điều kiện thoát nước kém.

### **\* Tương tác với các ion khác**

Trong đất, đồng tương tác với nhiều chất dinh dưỡng khác. Triệu chứng thiếu đồng thường xuất hiện sau khi bón các loại phân đạm chưa sinh lý vì nó làm tăng nồng độ  $Al^{3+}$  trong dung dịch đất. Tăng lượng đạm bón có thể làm giảm hàm lượng đồng di động trong cây. Hàm lượng đạm cao trong cây cũng ngăn cản quá trình vận chuyển đồng từ các lá già về lá non. Nồng độ kẽm và sắt trong dung dịch đất cao cũng ngăn cản khả năng hút đồng của cây và có thể dẫn tới thiếu đồng. Tương tự, tăng hàm lượng lân trong đất sẽ làm giảm hàm lượng đồng trong rễ và lá cây. Bón nhiều phân lân cũng dẫn tới thiếu đồng. Ngược lại bón phân lân có thể khắc phục dư thừa đồng.

**Bảng 4.2: Tính mẫn cảm với đồng của một số cây trồng**

| <b>Mẫn cảm cao</b> | <b>Mẫn cảm trung bình</b> | <b>Mẫn cảm thấp</b> |
|--------------------|---------------------------|---------------------|
| Đậu nành           | Cải bắp                   | Thuốc lá            |
| Đậu Hà Lan         | Su lơ (cải bông)          | Nho                 |
| Khoai tây          | Ngô                       | Cây có múi          |
| Lúa                | Cà chua                   | Cà rốt              |
| Lúa miến           | Táo                       | Xà lách             |
| Măng tây           | Dâu tây                   | Cỏ alfalfa          |

Nguồn : Lucas và Knezek, 1972.

## \* Độ mặn cảm của cây trồng

Các loại cây có mức độ mặn cảm khác nhau với đồng. Cây có múi, nho, thuốc lá, lúa mì và măng tây là những cây mặn cảm cao với đồng nhưng đậu Hà Lan, khoai tây, đậu nành, lúa nước là những cây ít mặn cảm với đồng (bảng 4.2). Một số trường hợp thiếu đồng do tỷ lệ C/N trong tàn dư cây trồng vụ trước cao. Điều này liên quan đến phản ứng giữa đồng với chất hữu cơ. Chất hữu cơ từ phân xanh, phân chuồng, tàn dư thực vật có thể hấp phụ đồng, làm giảm hàm lượng đồng hữu hiệu trong đất.

### 4.2.6 Phân tích đồng trong đất

Dung dịch dùng chiết rút để xác định đồng hữu hiệu trong đất rất đa dạng. Một số chất thường dùng thể hiện ở bảng 4.3. Các chất này đều có thể dùng để xác định đồng hữu hiệu khá chính xác trong một số loại đất nhưng không có chất nào chính xác cho tất cả các loại đất. Ngưỡng thiếu đồng trong đất được xác định tùy theo từng chất chiết rút. Chẳng hạn, đất lúa nước nếu dùng HCl 0,05N thì 0,1 ppm là ngưỡng thiếu đồng, trong khi dùng DTPA + CaCl<sub>2</sub> ở pH 7,3 thì ngưỡng này là 0,2–0,3 ppm (Dobermann và Faihurst, 2000). Lindsay và Norvell (1978) đề nghị ngưỡng thiếu đồng là 0,2 ppm theo phương pháp DTPA trong khi Kruger và đồng sự (1985) đề nghị ngưỡng thiếu đồng với các cây ngũ cốc là 0,4 ppm. Penney và đồng sự (1988) cho rằng triệu chứng thiếu đồng xuất hiện và phân đồng có hiệu quả ở những đất có hàm lượng đồng nhỏ hơn 0,6–0,8 ppm Cu. Theo Liu Zheng và đồng sự (1991), mức độ đồng hữu

hiệu trong đất chiết bằng HCl 0,5N hay DTPA được chia làm 5 mức (bảng 4.4).

Chất hữu cơ và một số nguyên tố khác (Fe, Al) ảnh hưởng đến đồng hữu hiệu. Việc thực hiện phân tích đồng trong tất cả các phương pháp đều khó khăn do lượng đồng rút từ đất rất nhỏ.

**Bảng 4.3: Các chất thường dùng để phân tích đồng**

| Chất dùng chiết rút                                  | Đất/chất chiết (g/ml) | Thời gian lắc (phút) | Ngưỡng giới hạn        |
|------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| Citrate + EDTA 1N                                    | 5 : 50                | 60                   | –                      |
| NH <sub>4</sub> OAc (pH 4,8)                         | 50 : 100              | 60                   | 0,2 ppm                |
| DTPA                                                 | 10 : 20               | 120                  | 0,2 ppm                |
| 0,05N HCl                                            | –                     | –                    | 0,1 ppm                |
| DTPA+CaCl <sub>2</sub> , pH 7,3                      | –                     | –                    | 0,3 ppm                |
| 0,05N HCl +<br>0,025N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 5 : 20                | 5                    | 0,4 ug/cm <sup>3</sup> |

Nguồn : Katyal; Randhawa, 1983.

**Bảng 4.4: Ngưỡng khủng hoảng đồng trong đất**

| Mức độ đồng trong đất | Đất kiềm và trung tính | Đất chua      |
|-----------------------|------------------------|---------------|
| Rất thấp              | < 0,1 ppm              | < 1,0 ppm     |
| Thấp                  | 0,1 – 0,2 ppm          | 1,0 – 2,0 ppm |
| Trung bình            | 0,2 – 1,0 ppm          | 2,1 – 4,0 ppm |
| Cao                   | 1,1 – 1,8 ppm          | 4,1 – 6,0 ppm |
| Rất cao               | > 1,8 ppm              | > 6,0 ppm     |

Nguồn : Liu Zheng, 1991.

## **4.3 ĐỒNG TRONG CÂY**

### **4.3.1 Chức năng của đồng trong cây**

Đồng là thành phần của men cytochrome oxydase và enzym—ascorbic, axit axidase, phenolase, lactase... Hơn 70% đồng trong cây là ở trong các phân tử diệp lục tố, nó có vai trò quan trọng trong quá trình đồng hóa của cây. Thiếu đồng, phân tử diệp lục tố hóa già sớm, cây còi cọc. Đồng xúc tiến quá trình hình thành vitamin A, protein và trao đổi hydrat cacbon trong cây.

### **4.3.2 Hàm lượng đồng trong cây**

Hàm lượng đồng trong cây biến động từ 5–20 ppm. Thời kỳ cây con, hàm lượng đồng trong cây là cao nhất, sau đó giảm dần trong quá trình sinh trưởng phát triển. Đồng phân bố trong cây tùy theo tình trạng đầy đủ hay thiếu hụt. Trong cây, đồng di động khi cây đủ đồng và ít di động khi cây thiếu đồng (Loneragan, 1975). Khi cây đầy đủ đồng, hàm lượng đồng trong chồi và lá non cao hơn lá già và các bộ phận già. Ở những cây thiếu đồng, hàm lượng đồng trong lá non thấp hơn lá già. Những bộ phận non của cây sẽ thể hiện cây có thiếu đồng hay không. Nhu cầu đồng trong cây biến động khá lớn tùy theo từng loại cây. Lúa là cây có nhu cầu đồng cao so với các cây trồng khác. Với giống IR 36, năng suất 9,8 tấn/ha, cây lúa đã lấy đi từ đất 2646 gam Cu trong hạt và rơm rạ (bảng 4.5).

Ngưỡng thiếu hụt đồng trong cây biến động khá lớn

giữa các loại cây. Cùng một hàm lượng đồng nhưng với cây trồng này có thể thiếu, nhưng cây khác lại là mức tối ưu. Chẳng hạn hàm lượng 8 ppm Cu là mức tối ưu ở cây táo nhưng lại là mức thiếu đồng ở cây đậu nành.

**Bảng 4.5: Lượng đồng cây hút / lấy đi theo sản phẩm**

| Cây        | Năng suất<br>(tấn/ha) | Đồng (Cu)<br>cây lấy đi | Nguồn           |
|------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|
| Lúa        | 9,8                   | 2646 g/ha               | De Datta, 1989  |
| Ngô        | 9,5                   | 110 g/ha                | Aldrich, 1986   |
| Khoai tây  | 100                   | 200 g/ha                | Burton, 1989    |
| Khoai lang | 10                    | 170 g/ha                | Bradburg, 1990  |
| Sắn (mì)   | 37                    | 110 g/ha                | Howeler, 1985   |
| Đậu nành   | -                     | 41 g/tấn                | Batagha, 1978   |
| Mía        | -                     | 2 g/tấn                 | Malavolta, 1982 |
| Cà phê chè | -                     | 32 g/tấn                | Malavolta, 1990 |
| Cam        | -                     | 0,6 g/tấn               | Chapman, 1968   |

### 4.3.3 Triệu chứng thiếu đồng ở cây trồng

Triệu chứng thiếu đồng xuất hiện đầu tiên ở các lá non trên ngọn trong thời kỳ đẻ nhánh, nảy chồi. Tuy nhiên trong một số trường hợp triệu chứng xuất hiện ngay từ thời kỳ cây con. Ban đầu các lá non trên ngọn chuyển màu vàng trắng, lá nhỏ xoắn gấp lại và khô dần, cây lùn. Đối với cây ăn quả, thiếu đồng làm lá non nhỏ, quăn lại, đầu chồi chuyển vàng rồi chết khô, quả bị ảnh hưởng và dễ bị rụng.

**Ở cây ngô cốc:** Thiếu đồng, các lá non mới ra chuyển vàng. Các lá trưởng thành mềm sau chết khô dần từ hai mép lá và chuyển xám. Mép lá bị cong lên làm phiến lá bị cuộn lại. Số hoa ít, quá trình hình thành hạt bị ức chế, hạt kém phát triển, nhiều hạt lép.

**Ở cây có múi:** Tình trạng thiếu đồng xuất hiện khá phổ biến ở các bộ phận của cây. Các lá non mới ra nhỏ, mềm hơn, góc cạnh và chuyển màu xanh tối, đôi khi bị gấp nếp, biến dạng. Các chồi non chuyển vàng, teo đi rồi chết đen dần từ đầu chồi. Trong một số trường hợp cành con mới ra chuyển màu đỏ. Quả sần sùi, xuất hiện những đốm màu nâu đỏ. Thịt trái khô, ít nước và chua. Ở cây táo: Xuất hiện những đốm nâu trên bề mặt lá, đầu chồi khô dần, cây còi cọc, ra hoa đậu quả kém. Ở hồ tiêu và cà chua: Thiếu đồng làm mép lá chuyển vàng, cánh hoa dần chuyển sang màu sôcôla sẫm, tỷ lệ đậu quả thấp.

#### **4.3.4 Ngưỡng thiếu và ngộ độc đồng ở cây trồng**

Phân tích lá hay chồi là biện pháp hiệu quả giúp chẩn đoán dinh dưỡng đồng trong cây một cách chính xác. Hiện tại, các thuốc trừ sâu và nấm bệnh thường có một lượng đồng đáng kể, chính vì vậy cần phải rửa mẫu lá thật kỹ trước khi phân tích. Thông thường 2–4 ppm Cu là ngưỡng thiếu đồng trong cây. Ngưỡng thiếu đồng phụ thuộc vào tuổi cây, bộ phận của cây, nhiệt độ, mật độ chiếu sáng. Ngưỡng thiếu đồng với một số cây trồng được thể hiện ở bảng 4.6. Đối với lúa, ngưỡng thiếu đồng là 5–6 ppm Cu

trong thân lá. Với cỏ chăn nuôi, 5 ppm tính trong chất khô là ngưỡng thiếu đồng. Yêu cầu tối thiểu của cỏ đối với gia súc có sừng là 10 ppm Cu. Thiếu đồng làm tỷ lệ Cu : Mo mất cân bằng. Tỷ lệ Cu : Mo < 2 trong cỏ thức ăn là thiếu đồng đối với gia súc có sừng. Ngưỡng ngộ độc đồng với đa số cây trồng là 20 ppm trong khi với lúa là 15 ppm trong thân lá.

**Bảng 4.6: Chẩn đoán dinh dưỡng đồng ở cây trồng**

| Cây   | Bộ phận cây     | Hàm lượng Cu trong cây (ppm) |             |         |
|-------|-----------------|------------------------------|-------------|---------|
|       |                 | Thiếu                        | Bình thường | Cao     |
| Lúa   | Cả cây          | < 5                          | 7 – 15      | > 15    |
|       | Thân lá         | < 6                          | –           |         |
| Ngô   | Lá cờ           | < 5                          | 5 – 30      | > 30    |
|       | Lá trưởng thành | < 10                         | 10 – 30     | > 30    |
| Bông  | Lá trưởng thành | < 8                          | 8 – 20      | > 20    |
| Cam   | Lá 4-6 tháng    | 4 – 6                        | 6 – 16      | 17 – 22 |
| Chanh | lá              | 3,9                          | –           | –       |
| Nho   | Lá non          | 2 – 5                        | 8 – 10      | –       |
| Táo   | Lá dưới cùng    | 1 – 4                        | 4 – 12      | –       |

Nguồn : Jone, 1972; Dobermann và Fairhurst, 2000.

## 4.4 PHÂN ĐỒNG

Đồng sunfat ngậm 1 nước hay 5 nước (bảng 4.7) là phân đồng được dùng rộng rãi nhất. Đồng sunfat tan hoàn

toàn trong nước nên có thể dùng để bón vào đất, phun qua lá, hồ rẫy hay tắm hạt giống.

Đồng peoxit hay oxit tuy có hàm lượng đồng cao (75–89%), song vì ít tan trong nước hơn đồng sunfat và các dạng đồng khác nên ít được dùng và thường để khắc phục trong trường hợp thiếu đồng nặng và dùng bón gốc.

Các khoáng malachite, azurite, chalcopryrite là các hợp chất chứa đồng quan trọng. Đây là nguồn đồng rẻ tiền, hiệu quả khá cao, có thể dùng bón vào đất, song trên thị trường trong nước ít có.

Đồng nitrat, đồng axetat, đồng oxalat và đồng amôn photphat đều có hàm lượng đồng khá cao và tan tốt trong nước nên có thể dùng bón vào gốc hoặc hòa nước để phun qua lá hay tắm hạt giống trước khi gieo.

Cu-S fusion là dạng đồng phân giải chậm nên chỉ được sử dụng bón vào đất, tốt nhất là bón lót khi trồng.

Phức Cu-EDTA là loại phổ biến nhất, trọng lượng phân tử 397,7 g; hàm lượng đồng 13-15%. Phức đồng thích hợp dùng bón qua lá cho cây trồng. Phức đồng là nguồn phân có tác dụng nhanh và hiệu lực cao, tuy nhiên giá thành cũng cao nên cần chú ý tới hiệu quả. Phức Cu-HEDTA tan tốt trong nước có chứa 9% Cu đồng có thể dùng bón vào đất hay phun qua lá, song phun qua lá hiệu quả cao hơn.



**Bảng 4.7: Các loại phân đồng thường dùng**

| <b>Loại phân</b>        | <b>Công thức</b>                                                       | <b>Cu (%)</b> |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Đồng sunfat ngậm 5 nước | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$                              | 25            |
| Đồng sunfat ngậm 1 nước | $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$                               | 35            |
| Đồng sunfat-hydroxit    | $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$                          | 13-53         |
| Malachite               | $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$                           | 57            |
| Azurite                 | $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$                          | 55            |
| Chalcopyrite            | $\text{CuFeS}_2$                                                       | 35            |
| Chalcocite              | $\text{Cu}_2\text{S}$                                                  | 80            |
| Đồng peoxit             | $\text{Cu}_2\text{O}$                                                  | 89            |
| Đồng oxit               | $\text{CuO}$                                                           | 75            |
| Đồng nitrat             | $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$                   | 26            |
| Đồng axetat             | $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | 32            |
| Đồng oxalat             | $\text{CuC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$                      | 40            |
| Đồng amôn Phốtphát      | $\text{Cu}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$           | 32            |
| Đồng-S fusion           | $\text{CuC}_2\text{O}_4\text{-S}$                                      | -             |
| Đồng polyflavanoite     | -                                                                      | 5-7           |
| Đồng polyphenol         | $\text{Cu}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_n$                            | 5             |
| Phức đồng Cu-EDTA       | $\text{CuNa}_2\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8$          | 13            |
| Cu-HEDTA                | $\text{CuC}_{10}\text{H}_{15}\text{O}_7\text{N}_2$                     | 9             |

Nguồn : Loneragan và đồng sự, 1971; Murphy, 1972.

## **4.5 SỬ DỤNG PHÂN ĐỒNG**

### **4.5.1 Bón vào đất**

- Phân đồng có thể bón rải đều trên mặt đất hay bón theo hàng, theo hốc. Tuy nhiên bón theo hàng, theo hốc có

hiệu quả cao hơn. Tốt nhất là bón lót khi làm đất lần cuối hoặc rải theo hàng theo hốc khi trồng. Với các dạng đồng khoáng, lượng bón cho các cây trồng trên đồng ruộng thường trong khoảng 3–6 kg Cu/ha, mặc dù lượng cao hơn có thể cần thiết trên đất than bùn. Đối với lúa cần bón 1–5 kg Cu/ha ở dạng  $\text{CuSO}_4$  (Dobermann và Faihurst, 2000).

- Phức đồng cần bón với lượng ít hơn so với các nguồn phân đồng khác vì nó không bị đất cố định và nếu bón nhiều dễ gây ngộ độc. Liều lượng 1–1,5 kg Cu/ha ở dạng phức đồng là thích hợp cho bón lót hay bón theo hàng.

- Đất giàu chất hữu cơ thường nghèo đồng, do đó trên đất này cần bón nhiều đồng hơn. Trong thực tế có thể bón tới 20 kg Cu/ha ở đất giàu hữu cơ vẫn không ảnh hưởng xấu.

- Một lần bón phân đồng vào đất có thể tác dụng kéo dài và hiệu lực dài nhất của nó có thể từ 2–8 năm. Bón lặp lại có thể đem tới sự tích lũy đồng trong đất. Lượng bón vào đất với một số loại phân đồng thể hiện ở bảng 4.8.

**Bảng 4.8: Lượng bón phân đồng vào đất**

| Loại phân   | Công thức                                 | Lượng bón (kg/ha) |           |
|-------------|-------------------------------------------|-------------------|-----------|
|             |                                           | Bón rải           | Theo hàng |
| Đồng sunfat | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 3-6               | 1,4-4,5   |
|             | $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  | 3-6               | 1,4-4,5   |
| Đồng peoxit | $\text{Cu}_2\text{O}$                     | 3-6               | 1,1-4,5   |
| Đồng oxit   | $\text{CuO}$                              | 3-6               | 1,1-4,5   |
| Phức đồng   | Cu-EDTA                                   | 0,8-2,4           | 0,2-0,8   |
|             | Cu-HEDTA                                  | 0,8-2,4           | 0,2-0,8   |

Nguồn : Leonard, 1967; Murphy và đồng sự, 1972.

### 4.5.2 Bón qua lá

- Phun phân đồng qua lá có thể khắc phục được tình trạng thiếu hụt đồng. Cả dạng đồng vô cơ và hữu cơ đều có thể sử dụng để phun qua lá. Liều lượng sử dụng khoảng 100g Cu ở dạng sunfat hoặc 30g Cu ở dạng phức Cu-EDTA trong 100 lít nước là liều lượng thích hợp để phun qua lá có hiệu quả. Liều lượng có thể cao hơn trong trường hợp cây bị nấm bệnh. Nếu dùng  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  cần pha nồng độ 0,5%, lượng dung dịch phun 400 lít/ha.

- Để tránh hiện tượng cháy lá, dung dịch phân đồng để phun phải đưa về trung tính bằng cách thêm vôi ( $1/2$  đồng sunfat trong dung dịch sẽ chuyển thành sunfit).

- Để đạt hiệu quả cao, cần phun vài lần cách nhau mỗi tuần. Số lần phun tùy theo triệu chứng thiếu đồng trên cây nặng hay nhẹ. Ngưng phun khi triệu chứng thiếu đồng đã dần hết. Trong thực tế, cần phun lần đầu ngay khi có triệu chứng thiếu hụt xuất hiện. Đối với cây ăn quả lâu năm thời điểm phun thích hợp nhất là vào đầu mùa xuân.

- Phun qua lá đem lại hiệu lực cao tương đương như bón vào gốc nhưng sẽ giảm chi phí phân đồng. Tuy nhiên tính kinh tế lâu dài thì phun qua lá chưa chắc đã cao hơn bón vào đất vì bón đất hiệu lực kéo dài có thể tới 2-8 năm.

### 4.5.3 Tẩm vào hạt giống

Trộn  $\text{CuSO}_4$  vào hạt giống đã khắc phục được tình trạng thiếu đồng và làm tăng năng suất cây trồng. Lượng  $\text{CuSO}_4$  trộn vào hạt giống theo công thức 300 mg Cu/1 kg

hạt giống trước gieo có hiệu quả cao (Gnilitskaya 1967).

Ngoài biện pháp trộn vào hạt, có thể hòa tan phân đồng ra nước và ngâm hạt giống. Nồng độ thích hợp với nhiều loại hạt là 0,01–0,02%  $\text{CuSO}_4$ , một số hạt nồng độ thích hợp 1%  $\text{CuSO}_4$  (Saric và Saciragic, 1969). Hồ rế lúa trong dung dịch  $\text{CuSO}_4$  1% cũng là biện pháp có hiệu quả.

#### 4.6 HIỆU LỰC CỦA PHÂN ĐỒNG VỚI CÂY TRỒNG

Tình trạng thiếu đồng đang ngày càng gia tăng trên thế giới. Một phần diện tích đáng kể ở Úc, Mỹ, New Zealand, Canada, Bắc và Tây Âu... đã được phát hiện thiếu đồng. Kết quả nghiên cứu của Penney và đồng sự (1991) cho thấy phân đồng làm giảm đáng kể tỷ lệ bệnh hắc tố ở thân và phồng rế lúa mì do vi khuẩn *Pseudomonas cichorii* gây ra. Bón phân đồng vào đất hay phun qua lá đều có hiệu quả với mức tăng năng suất 6,9% ở lúa mạch và 324,14% ở lúa mì so với đối chứng (Bảng 4.9). Nghiên cứu của Rana và Sharma (1980) cho thấy, phun 2 lần  $\text{CuSO}_4$  nồng độ 0,025% cho cây nho đã làm tăng năng suất có ý nghĩa so với đối chứng với mức tăng 13,7%.

**Bảng 4.9: Ảnh hưởng của phân đồng tới năng suất lúa mạch và lúa mì**

| Công thức | Lúa mạch              |                       | Lúa mì                |                       |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|           | Năng suất<br>(tấn/ha) | Tăng năng<br>suất (%) | Năng suất<br>(tấn/ha) | Tăng năng<br>suất (%) |
| Đối chứng | 2,9                   | -                     | 0,87                  | -                     |
| Bón đồng  | 3,1                   | 6,9                   | 2,82                  | 324,14                |

Nguồn : Penney và đồng sự, 1991.

**Bảng 4.10: Hiệu lực của phân đồng với lúa mì**

| Công Thức                  | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$<br>(kg/ha) | Năng suất<br>(g/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Đối chứng                  | 0                                                    | 0,0278                           |
| Bón vào đất                | 2,5                                                  | 0,9722                           |
| Phun 1 lần ở 36 ngày       | 2,0                                                  | 13,888                           |
| Phun 2 lần ở 36 và 72 ngày | 2,0                                                  | 79,111                           |

Nguồn : Grudon, 1980.

**Bảng 4.11: Ảnh hưởng của phân đồng đến năng suất yến mạch trồng trên đất thiếu đồng**

| Công thức         | Năng suất<br>(g/chậu) | Tăng năng suất so<br>với đối chứng (%) |
|-------------------|-----------------------|----------------------------------------|
| Không bón         | 29,6                  | -                                      |
| 1,2 gam Cu/kg đất | 56,7                  | 91,55                                  |
| 8,3 gam Cu/kg đất | 57,7                  | 94,93                                  |

Nguồn : Scharrer và đồng sự, 1960.

Ở Việt Nam, kết quả phân tích 1554 mẫu đất ở miền Bắc của Fritland (1974) cho thấy có đến 75% số mẫu có hàm lượng đồng tổng số 0,001–0,01% Cu và 23% chứa 0,01–0,03% Cu. Một nghiên cứu khác của Nguyễn Vy và Trần Khải cho thấy các loại đất phù sa sông Thái Bình, chiêm trũng, chua mặn, mặn trung tính đều có hàm lượng đồng rất thấp (ở mức vết). Đất bạc màu Vĩnh Phú và Hà Bắc có hàm lượng Cu từ 2,2–3,3 ppm, phù sa Sông Mã 5,1

ppm. Nghiên cứu của Lê Đức (1998) cho kết quả trong số 170 mẫu đất miền Bắc đều có tỷ lệ đồng dễ tiêu/tổng số thấp, đất nghèo đồng. Kết quả nghiên cứu về ngô và lạc trên đất đồi được Thái Phiên và cộng sự (1988) công bố cho thấy đất phát triển trên phiến thạch thiếu đồng. Kết quả phân tích 122 mẫu trên nhiều loại đất của Việt Nam được thực hiện bởi chương trình FADINAP/FINNIDA do Jokioinen (1992) công bố cho thấy có tới 17% số mẫu thiếu đồng. Hàm lượng đồng trong tất cả các loại đất của Bắc Kạn và Thái Nguyên đều thấp (Nguyễn Ngọc Nông, 2003). Kết quả nghiên cứu đồng trong đất trồng rau của Vũ Đình Tuấn và Phạm Quang Hà (2004) cho thấy hàm lượng đồng tổng số trong 18 mẫu đất ở Từ Liêm và 8 mẫu đất ở Thanh Trì dao động từ 21,88–53,88 ppm. Một nghiên cứu khác thực hiện bởi Lê Thị Thủy và Phạm Quang Hà (2004) cho kết quả trong 11 mẫu đất phù sa sông Hồng hàm lượng đồng tổng số dao động từ 22,75–34,75 ppm và đồng dễ tiêu (hữu hiệu) từ 9,81–16,44 ppm (trung bình đạt 13,2 ppm). Trong 10 mẫu đất phù sa sông Thái Bình, hàm lượng đồng tổng số dao động từ 18–32 ppm và đồng dễ tiêu 10,12–15,67 ppm (trung bình đạt 12,51 ppm). Nghiên cứu của Hồ Lam Trà và đồng sự (2003) tại Văn Lâm–Hưng Yên cho thấy trong 15 mẫu đất nghiên cứu có 2 mẫu bị ô nhiễm đồng do nằm trong khu vực công nghiệp và làng nghề truyền thống.

Thí nghiệm trong chậu và đồng ruộng tại Viện Cây Lương thực Thực phẩm được dẫn bởi Phạm Đình Thái

(1989) cho thấy bón phân đồng đã làm tăng năng suất lúa 5–10% (nền NPK thấp) và 11–16% (nền NPK cao). Bón phân đồng đã làm tăng năng suất lúa giống NN8 và NN75-6 từ 16–27% so với đối chứng. Nghiên cứu của Trần Thị Áng (1995) cho thấy phân đồng làm tăng năng suất lúa 14% so với đối chứng. Nghiên cứu hiệu lực của đồng và kẽm, bo với cây cải bắp của Đặng Văn Hồng (1993) cho kết quả bón phân đồng bằng cách ngâm hạt với dung dịch  $\text{CuSO}_4$  0,005% và kẽm, bo đã làm tăng năng suất 13,9% so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Quang Vinh, Nguyễn Văn Mùi (1984) cho thấy ngâm hạt giống đậu xanh trong dung dịch  $\text{CuSO}_4$  nồng độ 0,025% trong 1 giờ đã làm tăng năng suất 39,5% so với không xử lý. Đối với bông vải, kết quả nghiên cứu của Lê Xuân Đính và đồng sự (1986) cho thấy bón phân đồng với lượng 2 kg Cu/ha đã làm tăng năng suất bông hạt 37,72% so với đối chứng.

# Chương 5

## MANGAN

### 5.1 ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA CỦA MANGAN

Mangan (Mn) là nguyên tố kim loại có khối lượng nguyên tử 55, bán kính ion 0,8 Å. Trong tự nhiên, Mn là nguyên tố có nhiều hóa trị ( $2^+$ ,  $3^+$ ,  $4^+$ ). Ion hóa trị  $3^+$  trong dung dịch thường không bền và ion hóa trị  $4^+$  chỉ xuất hiện khi pH thấp và ở dạng dioxite  $MnO_2$ . Năm 1922 McHargue đã xác định được rằng mangan là nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu đối với cây trồng. Năm 1931 mangan được công nhận là nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu với động vật. Từ đó tới nay, việc sử dụng Mn đã đóng góp một phần đáng kể cho sự phát triển của nền nông nghiệp.

Hàm lượng mangan trong lớp vỏ trái đất khoảng 1000 ppm. Trong tự nhiên mangan có nhiều trong đá ở dạng hỗn hợp Fe-Mn. Trong các đá phun xuất, tỷ lệ Mn/Fe vào khoảng 1/60. Mn thường thay thế vị trí của Fe trong khoáng silicate sắt-mangan. Không giống các kim loại nặng khác, trong các đá trầm tích, hàm lượng mangan trong đá vôi và dolomite thường cao hơn so với đá phiến sét.

Trong các loại đá thì basalt có hàm lượng Mn cao nhất với mức trung bình 1500 ppm, tiếp đến là đá vôi (1100



ppm) và thấp nhất là đá cát (10–100 ppm). Các chất khoáng chính chứa mangan là oxide, carbonate và silicate.

Mangan giải phóng nhờ quá trình phong hóa các đá nguyên sinh sẽ kết hợp với  $O_2$ ,  $CO_3^{2-}$  và  $SiO_2$  để tạo thành các khoáng thứ sinh thuộc các nhóm:

- Nhóm oxit thường: Pyrolusite ( $MnO_2$ ), hausmannite ( $Mn_3O_4$ ), manganite ( $MnOOH$ ).
- Nhóm phức oxit: Braunite ( $Mn, Si$ ) $_2O_3$ .
- Nhóm carbonate: Rhodochrosite ( $MnCO_3$ ).
- Nhóm silicate: Rhodonite ( $MnSiO_3$ ).

**Bảng 5.1: Hàm lượng mangan trong các loại đá và đất**

| Nhóm đá      | Loại đá              | Hàm lượng (ppm) |
|--------------|----------------------|-----------------|
| Đá phún xuất | Crust                | 950             |
|              | Granite (đá granit)  | 400             |
|              | Basalt (đá bazan)    | 1500            |
| Đá trầm tích | Lime stone (đá vôi)  | 1100            |
|              | Sand stone (đá cát)  | 10-100          |
|              | Shale (đá phiến sét) | 850             |
| Đất          | Các loại đất         | 20-3000         |

Nguồn : Turekian và Wedepond, 1961; Taylor, 1964.

Cả  $Mn(OH)_2$  và  $MnO$  đều là các khoáng chứa Mn nhưng trong tự nhiên chúng chỉ hình thành trong điều kiện nhiệt độ cao và môi trường khô.  $MnCO_3$  hình thành trong

môi trường kiềm và phức mangan-hữu cơ hay sắt hình thành trong môi trường axit và trung tính. Khi các khoáng silicate và carbonate chứa Mn bị phong hóa sẽ giải phóng ion  $Mn^{2+}$  trong dung dịch đất. Một lượng lớn (khoảng 84–99%)  $Mn^{2+}$  trong dung dịch hiện diện ở dạng phức.

## 5.2 MANGAN TRONG ĐẤT

Mangan tổng số trong đất thường dao động trong khoảng 20–3000 ppm, trung bình 600 ppm nhưng cũng có thể tới 1% (Aubert và Pinta, 1977). Mangan trong đất xuất hiện ở các lớp oxit và hydroxit bao bọc các hạt đất, lắng đọng trong các vết nứt và lẫn trong các oxit sắt hay các phần tử khác của đất. Đất trung tính và đất kiềm có hàm lượng mangan thấp và thường xảy ra tình trạng thiếu mangan. Đất cát, đất nghèo hữu cơ thường nghèo mangan. Đất thiếu mangan thường do những điều kiện sau:

- Tầng đất mỏng, đất than bùn hoặc bón vôi quá mức.
- Đất nhiều oxit nhôm, khoáng sét hay đầm lầy được hình thành từ các vật liệu kiềm.
- Đất kiềm thoát nước kém giàu hữu cơ.
- Đất cát đen bị chua hóa.
- Đất đồng cỏ khai phá bị kiềm hóa.
- Đất vườn lâu năm được bón hữu cơ và vôi thường xuyên.
- Đất có hàm lượng mangan thấp, bị cát hóa và chua hóa, quá trình rửa trôi mangan mạnh.

### 5.2.1 Dạng mangan trong đất

Các khoáng mangan thứ sinh quan trọng nhất trong đất là pyrolusite ( $\text{MnO}_2$ ), manganite ( $\text{MnO}_2\text{H}$ ), braunite ( $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ) và hausmannite ( $\text{Mn}_3\text{O}_4$ ). Trong đất, Mn thường tích lũy ở lớp đất mặt. Các dạng mangan nổi bật trong đất là  $\text{Mn}^{2+}$  và các mangan oxit hóa trị 3 và hóa trị 4. Một số mangan kết hợp với chất hữu cơ trong đất. Ở đất chua mangan ở dạng hóa trị 2 nhiều hơn hóa trị 3 và 4.

$\text{Mn}^{2+}$  là nguồn dinh dưỡng quan trọng đối với cây trồng.  $\text{Mn}^{2+}$  hiện diện trong hệ phức trao đổi của đất.  $\text{Mn}^{2+}$  cũng tiêu biểu cho toàn bộ mangan tan trong nước.

Mangan hóa trị 2 ( $\text{Mn}^{2+}$ ) và mangan oxit chuyển hóa rất linh động. Sự chuyển hóa giữa các dạng Mn khác nhau dẫn đến sự giảm dạng oxit và tăng dạng  $\text{Mn}^{2+}$  trong đất. Quá trình này dần tiến tới bão hòa khi hàm lượng  $\text{Mn}^{2+}$  tăng. Mức hòa tan  $\text{Mn}^{2+}$  cũng phụ thuộc vào pH đất. Độ chua và sự thiếu oxi là nguyên nhân làm tăng sự hòa tan  $\text{Mn}^{2+}$ . Ngược lại, độ kiềm và không khí làm tăng xu hướng tạo ion  $\text{Mn}^{3+}$  và  $\text{Mn}^{4+}$ .

### 5.2.2 Mangan tổng số trong đất

Mangan tổng số rất khác biệt giữa các loại đất. Ion  $\text{Mn}^{2+}$  tuy ít di chuyển trong đất nhưng cũng có thể dễ dàng bị rửa trôi trong các điều kiện khắc nghiệt. Như vậy, trong các điều kiện hình thành và rửa trôi  $\text{Mn}^{2+}$  sẽ làm giảm mangan tổng số trong đất. Điều này thường xảy ra trên các đất podzon chua, đất cát. Mangan tổng số trong đất có thể ở

nhiều mức độ từ giàu đến nghèo nhưng mangan hữu hiệu trong các loại đất trồng trọt thường thấp và ở mức nghèo.

### 5.2.3 Mangan hữu hiệu trong đất

Mangan trong dung dịch đất là nguồn mangan quan trọng với cây trồng. Phần lớn mangan trong dung dịch đất là  $Mn^{2+}$ . Nồng độ  $Mn^{2+}$  chiếm ưu thế trong dung dịch đất được điều chỉnh bởi  $MnO_2$ . Nồng độ  $Mn^{2+}$  trong dung dịch đất chua hay đất trung tính thường trong khoảng 0,01–1 ppm, cùng với phức  $Mn^{2+}$ –Hữu cơ chiếm 90%  $Mn^{2+}$  trong dung dịch. Cây hút mangan qua các bề mặt các lông hút nhờ các phức  $Mn^{2+}$ . Nồng độ  $Mn^{2+}$  trong dung dịch đất tăng lên khi độ chua của đất tăng. Trong trường hợp đất quá chua, nồng độ  $Mn^{2+}$  cao có thể gây ngộ độc với cây trồng. Ở một số đất cát pha, pH dưới 5 của Ấn Độ, lá của các cây mẫn cảm với mangan thường bị hại do ngộ độc mangan. Vôi có thể làm tăng pH, giảm hàm lượng mangan trong đất, giảm lượng Mn cây hút và tăng năng suất cây trồng.

Do  $Mn^{2+}$  có khả năng di động mạnh nên nó thường bị rửa trôi, đặc biệt là trên đất cát, đất xám. Sự thiếu hụt mangan cũng thường xảy ra ở đất thoát nước tốt, nghèo khoáng và hữu cơ. Những đất này thường có mangan thấp do kết quả của sự rửa trôi  $Mn^{2+}$  trong dung dịch.

### 5.2.4 Yếu tố ảnh hưởng đến mangan hữu hiệu trong đất

#### \* pH đất

Độ pH của đất có tương quan nghịch với mangan

hữu hiệu trong đất. Đất có pH cao, mangan tổng số cao nhưng mangan hữu hiệu thường thấp. Theo Linsay (1972), nồng độ  $Mn^{2+}$  trong dung dịch giảm đi 100 lần với mỗi đơn vị pH đất tăng thêm. Bón các loại phân chua sinh lý có thể làm tăng mangan hữu hiệu trong đất do pH đất giảm. Những đất có hệ đệm kém, kết cấu thô nên bón các loại phân chua sinh lý. Ngược lại bón nhiều vôi lại là nguyên nhân dẫn tới thiếu mangan với cây trồng. Ngoài ra, vì sinh vật đất có thể chuyển hóa  $Mn^{2+}$  sang dạng oxit không hữu hiệu, nhất là khi pH đất xấp xỉ 7. Mangan hữu hiệu cao ở đất chua có thể gây ngộ độc với cây trồng.

#### **\* Chất hữu cơ**

Mangan có khả năng kết hợp mạnh với chất hữu cơ tạo thành các phức chất tan hoặc không tan trong nước. Phức mangan tan làm tăng mangan di động và hữu hiệu trong khi phức mangan không tan lại làm giảm mangan hữu hiệu trong đất. Mangan hữu hiệu thường thấp trong những đất giàu hữu cơ do khả năng tạo thành các phức  $Mn^{2+}$ -hữu cơ không tan mà cây trồng không hút được. Nó có thể tạo thành phức không hữu hiệu với than bùn hay phân chuồng. Trong thực tế thiếu mangan thường quan sát được ở đất than bùn kiềm tính.

#### **\* Độ ẩm và chế độ khí trong đất**

Trước hết có sự tương quan giữa  $Mn^{2+}$  và oxi trong đất. Độ ẩm trong đất tăng sẽ làm giảm lượng khí oxi trong

đất, từ đó làm tăng  $Mn^{2+}$ , đặc biệt là ở đất chua. Mn hữu hiệu có thể tăng ở đất yếm khí, đặc biệt ở những nơi tích lũy  $CO_2$  quanh rễ cây. Sự thiếu oxi cũng thuận lợi cho sự phân hủy chất hữu cơ, giải phóng  $Mn^{2+}$  vào dung dịch đất. Ở đất ngập nước,  $Mn^{4+}$  chuyển hóa thành  $Mn^{2+}$  hữu hiệu. Lúa và các cây trồng trong ruộng nước có lợi trong việc đáp ứng nhu cầu mangan hơn so với các cây trồng cạn. Đồng thời ở những vùng có khí hậu ẩm ướt, đất ít thoáng khí, nồng độ  $Mn^{2+}$  cao cũng thuận lợi cho sự rửa trôi Mn hữu hiệu.

### **\* Tương tác với các chất dinh dưỡng khác**

Hàm lượng Cu, Fe hay Zn trong đất cao cũng làm giảm lượng Mn cây hút. Cây trồng phát triển tốt khi tỷ lệ Fe/Mn giới hạn trong khoảng 1,5–2,5. Nếu tỷ lệ này trên 2,5 có thể dẫn đến thiếu Mn, trong khi dưới 1,5 lại gây ngộ độc mangan. Mặt khác ở đất chua, ion  $NH_4^+$  ức chế mangan cây hút. Bón các loại phân trung tính như KCl hay  $CaCl_2$  trên đất chua cũng làm tăng Mn hữu hiệu trong đất và Mn trong cây. Mức độ ảnh hưởng của các hợp chất muối đến Mn hữu hiệu theo trình tự:  $KCl > KNO_3 > K_2SO_4$ . Ảnh hưởng của KCl đến Mn cây hút rất mạnh, nó có thể gây ra triệu chứng ngộ độc Mn ở một số cây mẫn cảm với Mn.

### **\* Thời tiết khí hậu**

Có sự khác biệt đáng kể về khả năng cung cấp mangan hữu hiệu giữa các mùa vụ. Ở vụ mùa mưa, đất ẩm ướt,  $Mn^{2+}$  trong đất giải phóng nhiều, trong khi vào mùa khô mangan hữu hiệu giảm, lượng mangan cây hút giảm.

Khí hậu khô thường dẫn đến tình trạng thiếu mangan, đặc biệt là đối với các cây ăn quả. Nhiệt độ trong đất thấp hạn chế khả năng hút mangan của cây. Tăng nhiệt độ đất cũng giúp tăng lượng mangan cây hút.

#### **\* Vi sinh vật đất**

Thiếu hụt Mn trong đất cũng có thể do  $Mn^{2+}$  chuyển hóa thành  $Mn^{4+}$  dưới tác động của vi sinh vật đất. Một số vi khuẩn và nấm có tác động đến việc tạo thành các oxit Mn.

#### **\* Yếu tố cây trồng**

Các loại cây trồng có mức độ mẫn cảm khác nhau với mangan trong đất. Đậu nành, cây có múi, khoai tây, dưa chuột là những cây rất mẫn cảm với sự thiếu mangan. Lúa nước là cây chịu được sự dư thừa mangan trong khi cải bắp, su lơ, khoai tây, dưa, cà chua và cây ngũ cốc lại đặc biệt mẫn cảm với ngộ độc mangan. Mức độ mẫn cảm của cây trồng đối với mangan thể hiện ở bảng 5.2.

**Bảng 5.2: Tính mẫn cảm của cây trồng với mangan**

| <b>Mẫn cảm cao</b> | <b>Mẫn cảm trung bình</b> | <b>Mẫn cảm thấp</b> |
|--------------------|---------------------------|---------------------|
| Cây có múi         | Bông vải                  | Một số loại đậu     |
| Cây ăn quả         | Lúa                       | Một số loại rau     |
| Khoai tây          | Ngô                       | Lúa mì              |
| Hành               | Một số loại rau           | Bông vải            |
| Đậu nành           | Lúa mạch                  | Măng tây            |
| Dưa chuột          | Khoai tây                 |                     |

Nguồn : Lucas và Knezek, 1972; Mortvedt, 1980.

### 5.2.5 Phân tích mangan trong đất

$Mn^{2+}$  là nguồn dinh dưỡng mangan quan trọng nhất đối với cây trồng. Các chất dùng chiết rút để phân tích mangan trong đất thể hiện ở bảng 5.3.

Mangan hòa tan có thể xác định được bằng cách dùng nước làm chất rút, song hàm lượng rất nhỏ. Phương pháp này chỉ phù hợp với đất chua. Nếu Mn hòa tan trong nước  $< 2$  ppm thì đất thuộc loại nghèo mangan. Trên các đất này cần phải bón phân mangan, đặc biệt đối với các cây mẫn cảm với mangan. Khi Mn hòa tan  $< 1$  ppm thì đất thiếu mangan và hầu hết các cây trồng đều có năng suất cao hơn khi được bón phân mangan.

Amôn nitrat có thể dùng để chiết rút mangan trao đổi và mangan tan trong nước. Đất thiếu mangan khi mangan chiết rút bằng amôn nitrat  $< 3,5$  ppm Mn. Phương pháp này phù hợp với hầu hết các loại đất.

Hydroquinon trong amon nitrat có thể dùng xác định Mn hoạt động. Ngưỡng khủng hoảng Mn theo phương pháp phân tích này biến động khá cao từ 25–65 ppm. Đối với lúa, ngưỡng giới hạn theo phương pháp này là 12 ppm. Phương pháp hydroquinon phù hợp với đất giàu hữu cơ.

Dung dịch photphat (photphoric axit, dihydro amôn photphat) được dùng để phân tích Mn hữu hiệu trong đất. Ngưỡng khủng hoảng Mn theo phương pháp này từ 15–20 ppm Mn. Đây là phương pháp tốt để xác định Mn hữu hiệu, đặc biệt thích hợp đối với đất khoáng hóa mạnh.



Hỗn hợp 2 axit thích hợp dùng để xác định lượng Mn đáp ứng cần bón thêm vào. Ngưỡng khủng hoảng theo phương pháp này từ 5–6 ppm ở pH 6. Đối với những cây mẫn cảm với Mn, ngưỡng này là 9 ở pH 7.

**Bảng 5.3: Các chất dùng chiết rút mangan trong đất**

| Chất chiết                                                  | Tỷ lệ đất/ chất chiết (g/ml) | Thời gian lắc (phút)   |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Nước                                                        | 10 : 100                     | 30                     |
| NH <sub>4</sub> OAc (pH 7,0)                                | 10 : 100                     | 30 + 180               |
| 0,2% Hydroquinone +<br>NH <sub>4</sub> OAc (pH 7,0)         | 10 : 100                     | 30 + 80<br>(gián đoạn) |
| 0,1N H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                         | 10 : 100                     | 60                     |
| 0,05 HCl + 0,025N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>            | 5 : 20                       | 5                      |
| 0,005M DTPA + 0,1N TEA<br>+ 0,01 CaCl <sub>2</sub> (pH 7,3) | 10 : 20                      | 120                    |

Nguồn : Katyal và Randhawa, 1983.

DTPA là chất chiết thích hợp với hầu hết cây trồng và loại đất. Ngưỡng khủng hoảng thiếu Mn theo phương pháp này là 2 ppm Mn. Theo Liu Zheng (1991), có thể xác định mangan hữu hiệu trong đất chiết bằng amôn axetat và axit axetic có chứa 2% hydroquinone và xếp ngưỡng khủng hoảng mangan trong đất theo 5 mức.

|            |                    |
|------------|--------------------|
| Rất nghèo  | : < 50 ppm Mn      |
| Nghèo      | : 50 – 100 ppm Mn  |
| Trung bình | : 101 – 200 ppm Mn |

Giàu : 201 – 300 ppm

Rất giàu : > 300 ppm

Tóm lại, không có phương pháp phân tích nào là hoàn hảo và không có ngưỡng giới hạn Mn chung cho tất cả các loại đất và cây trồng. Tùy theo tính chất đất và cây trồng chúng ta sẽ chọn được phương pháp thích hợp.

## **5.3 MANGAN TRONG CÂY**

### **5.3.1 Chức năng của mangan trong cây**

Mangan tham gia thành phần cấu tạo một số men (enzym) trong một số phản ứng sinh lý của cây, nó là một thành phần của pyruvate carboxylase. Mangan liên quan đến quá trình hô hấp, sự chuyển hóa đạm và tổng hợp diệp lục tố. Mangan giúp kiểm soát thế oxy hóa- khử trong tế bào ở các pha sáng và tối. Mangan còn thể hiện vai trò quan trọng trong quá trình sinh tổng hợp, thể hiện rõ nhất ở sự tách nước trong các phản ứng này. Mangan cũng có vai trò quan trọng trong quá trình tổng hợp axit ascorbic, đồng hóa  $\text{CO}_2$  và quá trình cố định đạm.

### **5.3.2 Hàm lượng mangan trong cây**

Hàm lượng mangan trong cây có sự biến động lớn giữa các giống và loài cây. Hàm lượng Mn trong cây cũng cao hơn so với các chất vi lượng khác. Bình thường, hàm lượng Mn trong cây từ 20–500 ppm tính theo chất khô.

Hàm lượng mangan trong cây giảm dần theo tuổi

cây và tăng dần ở các bộ phận từ rễ lên đến lá. Lượng Mn cây hút thể hiện ở bảng 5.4. Nhiều kết quả nghiên cứu cho thấy có sự tương quan giữa pH đất và hàm lượng Mn trong cây. Mangan trong cây giảm nghiêm trọng khi pH chuyển sang kiềm. Ảnh hưởng bất lợi của pH đất đến Mn trong cây được tìm thấy trong điều kiện đất thiếu oxi do ngập nước. Việc lấy mẫu cây để phân tích Mn cần hết sức thận trọng. Tùy theo từng cây mà chọn vị trí lấy mẫu phù hợp (bảng 5.5). Việc rửa mẫu rất cần thiết trước khi sấy và xử lý.

**Bảng 5.4: Lượng mangan cây hút / lấy đi theo sản phẩm**

| Cây        | Năng suất<br>(tấn/ha) | Mn cây<br>lấy đi | Nguồn           |
|------------|-----------------------|------------------|-----------------|
| Lúa        | 9,8                   | 3626 g/ha        | De Datta, 1989  |
| Ngô        | 9,5                   | 340 g/ha         | Aldrich, 1986   |
| Khoai tây  | 100                   | 2000 g/ha        | Burton, 1989    |
| Khoai lang | 10                    | 110 g/ha         | Bradburg, 1990  |
| Sắn (mì)   | 37                    | 1150 g/ha        | Howeler, 1985   |
| Đậu nành   | -                     | 90 g/tấn         | Batagha, 1978   |
| Mía        | -                     | 11 g/tấn         | Malavolta, 1982 |
| Cà phê chè | -                     | 50 g/tấn         | Malavolta, 1990 |
| Cam        | -                     | 0,8 g/tấn        | Chapman, 1968   |

Hàm lượng 20 ppm Mn trong cây là ngưỡng khủng hoảng chung cho một số loại cây, dưới ngưỡng này việc bón phân mangan có hiệu lực cao, ngược lại trên ngưỡng này việc bón phân Mn không có hiệu quả.

Tình trạng ngộ độc mangan thường xảy ra khi hàm lượng trong cây trên 500 ppm Mn. Tuy nhiên, lúa là một ngoại lệ vì có sức chịu đựng Mn cao hơn so với một số cây trồng khác, ngay cả khi hàm lượng tới 2500 ppm cây lúa vẫn phát triển mà không có biểu hiện rõ sự bất thường nào.

Ngoài ra, do Fe và Mn là hai nguyên tố đối kháng nhau trong cây nên sự thiếu hay ngộ độc mangan cũng có thể do hậu quả của hàm lượng sắt trong cây. Chẳng hạn khi hàm lượng sắt trong cây quá cao sẽ làm giảm khả năng hút mangan dẫn đến sự thiếu hụt mangan. Ngược lại thiếu sắt trong điều kiện đất có mangan cao lại làm cho cây có khả năng hút mangan mạnh hơn dẫn đến ngộ độc mangan. Chính vì vậy, các điều kiện liên quan sẽ là cơ sở giải thích sự thiếu mangan là do chính mangan hay cả mangan tác động với các chất dinh dưỡng khác.

### **5.3.3 Triệu chứng thiếu mangan ở cây trồng**

Triệu chứng thiếu mangan xuất hiện trước tiên ở các lá non và không giống nhau ở các loại cây. Ở cây có múi, khi thiếu mangan phần thịt lá hai bên gân chính chuyển xanh đậm trong khi gân chính và phần khác màu xanh nhạt. Trong một số trường hợp phần xanh nhạt chuyển xám hoặc trắng, phần xanh đậm trở nên xanh tái, lá mỏng, chồi non mới ra chết khô sau đó rụng đi.

Đối với lúa, khi thiếu mangan xuất hiện dải sọc màu xám trắng ở phần giữa các lá non. Các vết này lan dần ra

và chuyển trắng, lá nhỏ, mỏng. Trên lá đôi khi có các đốm màu nâu rải rác. Thiếu mangan ở lúa thường gặp trên đất cao, nhất là ít ngập nước. Đất ngập nước thường ít thiếu mangan vì sự ngập nước làm tăng mangan hữu hiệu.

**Bảng 5.5: Chẩn đoán dinh dưỡng mangan ở cây trồng**

*Đơn vị tính: (ppm)*

| Cây      | Bộ phận         | Thiếu | Bình thường | Độc    |
|----------|-----------------|-------|-------------|--------|
| Lúa      | Cả cây          | < 40  | 40 – 700    | –      |
|          | Thân lá         | < 20  | 50 – 150    | > 2500 |
| Ngô      | Lá cờ           | –     | 19 – 84     | –      |
| Đậu nành | Lá trưởng thành | < 15  | 35          | –      |
| Bông     | Lá trưởng thành | –     | 27 – 216    | > 1130 |
| Mía      | Lá              | < 25  | 40 – 250    | > 400  |
| Cam      | Lá 4-6 tháng    | < 15  | 25 – 200    | 1000   |
| Cà chua  | Lá              | 5 – 6 | 70 – 398    | –      |
| Táo      | Lá              | 15    | 30          | –      |

Nguồn: Katyal & Randhawa, 1983; Dobermann & Fairhurst, 2000.

Đối với cây ngô, thiếu mangan làm thân lá chuyển vàng (bệnh oải hoàng). Đậu nành thiếu mangan, phần thịt của các lá non và lá giữa chuyển vàng trắng, xuất hiện các đốm nâu trên lá, hạt có đốm nâu hoặc bị rỗng. Ở mía thiếu mangan xuất hiện các dải sọc xanh nhạt xen giữa các gân xanh, đầu lá khô.

### 5.3.4 Triệu chứng ngộ độc mangan ở cây trồng

Biểu hiện dễ nhận thấy nhất khi ngộ độc mangan là

các đốm nâu khô dần trên các lá già làm cho lá nhẵn lại. Các đốm nâu này lan dần ra khắp bề mặt lá. Ngộ độc mangan dẫn đến tình trạng “Đốm lá nhẵn” ở bông vải, “Sọc trắng thân” ở cà chua và “Chết khô vỏ” ở cây táo.

## 5.4 PHÂN MANGAN

Mangan sunfat (bảng 5.6) là nguồn phân mangan được sử dụng rộng rãi nhất. Mangan sunfat tan trong nước nên có thể dùng để bón vào đất hoặc phun qua lá.

Mangan oxit, mangan cacbonat và bột mangan ít tan trong nước chỉ nên dùng để bón lót vào đất. Có thể áp dụng bón rải hay bón theo hàng, theo hốc trước khi trồng.

*Bảng 5.6: Các loại phân mangan thường dùng*

| Nguồn phân                | Công thức                                                     | Mn (%) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|--------|
| Mangan sunfat             | $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$                     | 26-28  |
| Mangan clorite            | $\text{MnCl}_2$                                               | 17     |
| Mangan cacbonat           | $\text{MnCO}_3$                                               | 31     |
| Mangan oxit               | $\text{MnO}$                                                  | 63     |
| Manganous oxit            | $\text{MnO}_2$                                                | 41-68  |
| Bụi (sỉ) mangan           | -                                                             | 10-25  |
| Mangan metoxyphenylpropan | Mn-MPP                                                        | 10-12  |
| Phức Mn-EDTA              | $\text{MnNa}_2\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8$ | 13     |
| Phức hữu cơ tự nhiên      | -                                                             | 5-9    |

Nguồn : Murphy và Walsh, 1972; Movedt, 1972; 1980.

Phức Mn tổng hợp hay tự nhiên đều là nguồn phân mangan rất tốt có thể dùng để phun qua lá hay bón vào đất đều có hiệu quả nhưng phun qua lá có hiệu quả cao hơn.

## 5.5 SỬ DỤNG PHÂN MANGAN

### 5.5.1 Bón vào đất

Bón phân mangan vào đất là cách thường được dùng nhất để khắc phục tình trạng thiếu mangan. Lượng bón phụ thuộc vào pH đất, hàm lượng hữu cơ, nguồn mangan và phương pháp bón (bảng 5.7). Ở dạng phức, lượng mangan cần bón thấp hơn so với dạng muối và oxit. Nếu bón theo hàng, theo hốc lượng mangan cần sử dụng chỉ khoảng 50% so với bón rải đều trên mặt ruộng khi lót. Các dạng phân mangan tan nhanh có thể bị chuyển sang dạng không hữu hiệu chỉ một thời gian ngắn sau khi bón vào đất, điều này dẫn đến tình trạng cây vẫn thiếu Mn. Hiệu lực của các loại phân Mn bón vào đất theo thứ tự:  $MnSO_4 > MnO > MnCO_3 > MnO_2 > Mn-EDTA$ . Kết hợp Mn trong phân NPK thường có hiệu quả cao hơn bón riêng phân mangan.

**Bảng 5.7: Liều lượng bón phân mangan thích hợp**

| Nguồn mangan         | Lượng bón đề nghị (kg/ha) |           |            |
|----------------------|---------------------------|-----------|------------|
|                      | Bón rải                   | Theo hàng | Bón qua lá |
| $MnSO_4 \cdot 3H_2O$ | 22-130                    | 6-11      | 0,5-2,0    |
| MnO                  | 84                        | 11        | -          |
| Mn-EDTA              | -                         | -         | 0,1-0,5    |

Nguồn : Murphy và Wash, 1972.

**Bảng 5.8: Liều lượng mangan bón gốc cho một số cây**

| Cây       | Phân Mn           | Lượng bón (kg/ha) |        | Phương pháp bón |
|-----------|-------------------|-------------------|--------|-----------------|
|           |                   | Khoảng            | Tối ưu |                 |
| Lúa       | MnSO <sub>4</sub> | 5-20              | 5      | Bón rải         |
|           | MnSO <sub>4</sub> | 1-5               | 1      | Phun lá         |
|           | MnO               | 5-20              | 7      | Bón rải         |
| Đậu nành  | MnSO <sub>4</sub> | 6-17              | 6      | Bón rải         |
| Bông vải  | MnSO <sub>4</sub> | 2-4               | 2      | Dưới hạt        |
| Hành      | MnSO <sub>4</sub> | 11-22             | 11     | Theo hàng       |
| C. ăn quả | MnSO <sub>4</sub> | 1-2               | 1,1    | Phun lá         |

**Nguồn** : Shepherd, 1960; Anderson và Boswell, 1968; Randal và Schute, 1971; Dobermann và Fairhurst, 2000.

### 5.5.2 Bón qua lá

Bón phân mangan qua lá là cách tốt nhất khắc phục tình trạng thiếu hụt mangan. MnSO<sub>4</sub> và phức Mn-EDTA là hai loại thích hợp để phun qua lá. Nồng độ dung dịch phun MnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O thích hợp từ 1–2%, lượng 1–2,0 kg Mn/ha (bảng 5.8). Phức Mn-EDTA (MnNa<sub>2</sub>C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) có trọng lượng phân tử 389,1 g; độ tan 800 g/lít và 13% Mn thích hợp bón qua lá. Lượng phức mangan cần phun 0,1–0,5 kg/ha. Số lần phun qua lá từ 2–3 lần, định kỳ 10–14 ngày/lần.

### 5.5.3 Tắm vào hạt giống

Có thể dùng MnSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O hay MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O để xử lý hạt giống. Nồng độ dung dịch pha 0,05%. Nếu dùng



$\text{KMnO}_4$  thì nồng độ thích hợp 0,05–0,1%. Ngoài ra cũng có thể dùng  $\text{MnNO}_3$  và  $\text{MnCO}_3$  để xử lý hạt giống trước khi gieo trồng nhằm ngăn ngừa tình trạng thiếu mangan.

Hiệu lực của phân mangan phụ thuộc vào phương pháp bón. Bón phân mangan qua lá thường có hiệu lực cao hơn so với bón vào đất. Liều lượng và cách bón cho một số cây trồng thể hiện ở bảng 5.8.

## 5.6 KHẮC PHỤC TÌNH TRẠNG NGỘ ĐỘC MANGAN

Ngộ độc mangan thường xuất hiện trên đất chua ( $\text{pH} < 5,5$ ). Trên các đất giàu mangan cũng thường dẫn đến tình trạng dư thừa gây ngộ độc với cây trồng. Để giảm nồng độ mangan dư thừa trong đất gây ngộ độc cần phải làm tăng pH đất và giảm hàm lượng mangan hữu hiệu với cây trồng. Biện pháp dễ dàng thực hiện là tăng cường bón vôi và bón phân hữu cơ vào đất.

Vôi làm tăng pH, giảm mangan hữu hiệu. Chất hữu cơ sẽ kết hợp với mangan hòa tan cũng làm giảm mangan hữu hiệu. Bón phân lân và silic cũng là biện pháp làm giảm tình trạng ngộ độc mangan ở cây trồng có hiệu quả. Horiguchi (1988) kết luận rằng silic có thể giải độc mangan ở cây lúa do giảm lượng Mn cây hút và tăng sức chịu đựng nội tại của cây lúa chống lại dư thừa mangan.

## 5.7 HIỆU LỰC CỦA PHÂN MANGAN VỚI CÂY TRỒNG

Nghiên cứu hiệu lực của phân mangan với lúa mì được thực hiện bởi Hu Sinong (1991) cho thấy, bón 1 kg

$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ /ha; trộn 6g  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ /1 kg hạt giống hay phun qua lá  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  nồng độ 0,5–1,5% đều đã làm tăng năng suất có ý nghĩa so với đối chứng với mức tăng 34,2–81,2% (bảng 5.9). Trong các cách sử dụng trên, công thức có hiệu quả cao nhất là trộn 6 gam  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  với 1 kg hạt giống và phun 2 lần dung dịch  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  nồng độ 0,1% qua lá vào thời kỳ cây con. Với cách sử dụng này đã làm tăng năng suất 81,2% so với đối chứng. Nghiên cứu của Anon (1933) cho thấy phun  $\text{MnSO}_4$  cho cam 3 năm tuổi đã làm tăng năng suất 40% so với đối chứng.

Kết quả nghiên cứu hiệu lực của phân mangan với đậu nành ở Mỹ cho thấy bón vào đất với lượng 22,4–44,9 kg Mn/ha hay phun qua lá từ 2–4 lần với lượng 3,36–4,48 kg Mn/ha đã làm tăng năng suất 24,32–67,08% so với đối chứng. Nghiên cứu của Labanauskas và đồng sự (1963) cho thấy phun phân mangan qua lá đã làm tăng năng suất, tăng hàm lượng chất khô trong quả cam so với đối chứng. Nghiên cứu của Hernandez Medina và đồng sự (1969) cho thấy bón phân mangan kết hợp với kẽm, sắt, đồng và molybden cho chuối đã làm tăng số quả/buồng, số nải/buồng và tăng năng suất so với đối chứng. Đối với nho, nghiên cứu của Lupushor (1971) cho thấy bón hỗn hợp (Mn + B) đã làm tăng năng suất 12–21% so với đối chứng. Phun hỗn hợp (Mn + B) đã làm tăng năng suất 27% so với đối chứng (Martin và đồng sự, 1967).

Ở Việt Nam, kết quả nghiên cứu của chương trình FANIDAP/FINNIDA do Jokioinen (1992) công bố cho thấy

có đến 11% trong tổng số 122 mẫu đất nghiên cứu thiếu mangan. Nghiên cứu của Nguyễn Ngọc Nông (2003) cho thấy hàm lượng mangan trong các loại đất ở Bắc Kạn và Thái Nguyên từ 23,3–55,5 mg/kg đất, đều thấp hơn rất nhiều so với đất ở vùng đồng bằng.

**Bảng 5.9: Hiệu lực của phân mangan với lúa mì**

| Công thức                                         | Năng suất<br>(kg/ha) | Tăng năng suất<br>(%) |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Đối chứng                                         | 2019                 | -                     |
| Phun 2 lần $MnSO_4$ nồng độ 0,05%                 | 2711                 | 34,2                  |
| Phun 2 lần $MnSO_4$ nồng độ 0,1%                  | 2778                 | 37,0                  |
| Phun 2 lần $MnSO_4$ nồng độ 0,15%                 | 2819                 | 39,6                  |
| Đối chứng                                         | 714                  | -                     |
| 6g $MnSO_4$ /1 kg hạt + phun 1 lần $MnSO_4$ 0,1%  | 494                  | 74,1                  |
| Bón 1kg $MnSO_4$ /ha + phun 1 lần $MnSO_4$ 0,1%   | 1074                 | 50,4                  |
| Phun 2 lần $MnSO_4$ 0,1%                          | 1059                 | 48,3                  |
| Đối chứng                                         | 1238                 | -                     |
| 6g $MnSO_4$ /1kg hạt + phun 1 lần $MnSO_4$ 0,1%   | 1781                 | 39,4                  |
| Phun 1 lần $MnSO_4$ 0,15%                         | 1943                 | 57,0                  |
| Phun 2 lần $MnSO_4$ 0,15%                         | 2055                 | 66,1                  |
| 6g $MnSO_4$ /1 kg hạt + phun 2 lần $MnSO_4$ 0,15% | 2243                 | 81,2                  |

Nguồn : Hu Sinong; Chen Su Zhiqun và đồng sự, 1991.

**Bảng 5.10: Hiệu lực của phân mangan với đậu nành**

| Công thức                        | Lượng<br>Mn<br>(kg/ha) | Năng<br>suất<br>(kg/ha) | Tăng<br>NS<br>(%) |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|
| Đối chứng                        | 0                      | 2035                    | -                 |
| Bón rải vào đất                  | 22,4                   | 2630                    | 29,24             |
| Bón khi làm đất                  | 44,9                   | 3170                    | 55,77             |
| 2 lần phun 2/3 + 1/3             | 3,36                   | 2630                    | 29,24             |
| 3 lần phun 1/3 + 1/3 + 1/3       | 3,36                   | 3110                    | 52,83             |
| 2 lần phun 1/2 + 1/2             | 4,48                   | 2765                    | 35,87             |
| 3 lần phun 1/2 + 1/4 + 1/4       | 4,48                   | 3400                    | 67,08             |
| 4 lần phun 1/4 + 1/4 + 1/4 + 1/4 | 4,48                   | 2530                    | 24,32             |

*Ghi chú:* các số 1/2, 1/3, 1/4 là tỷ lệ lượng bón ở các lần.

Nguồn : Hallock 1979.

Nghiên cứu của Trần Thị Áng (1995) cho thấy phân mangan đã làm tăng năng suất lúa 14%, ngô 15% và năng suất cà chua 24% so với đối chứng. Phân mangan cũng làm tăng hàm lượng protein thô trong gạo 8%, tăng hàm lượng vitamin C 40% và  $\beta$ -caroten 26% trong cà chua so với đối chứng. Phạm Đình Thái dẫn kết quả thí nghiệm trong chậu và đồng ruộng thực hiện tại Viện cây Lương thực Thực phẩm năm 1989 cho thấy, bón phân mangan đã làm tăng năng suất lúa 7–13% so với đối chứng. Đối với giống lúa NN8 và NN75-6, phân mangan đã làm tăng năng suất từ 17–21% so với đối chứng. Nghiên cứu hiệu lực của mangan đối với đậu xanh của Nguyễn Quang Vinh và Nguyễn Văn

Mùi (1984) cho kết quả, ngâm hạt giống đậu xanh trong dung dịch  $\text{MnSO}_4$  nồng độ 0,025% trong 1 giờ đã làm tăng năng suất 10,5% so với đối chứng không xử lý.

# Chương 6

## BO

### 6.1 ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA CỦA BO

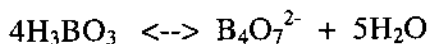
Bo (B) là một nguyên tố phi kim loại có khối lượng nguyên tử 10,8; bán kính ion rất nhỏ (0,23 Å) và hóa trị 3<sup>+</sup>. Ngay từ năm 1923, Warington đã xác định được bo là nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu đối với cây trồng. Tuy nhiên mãi tới năm 1987, bo mới được xác định là nguyên tố thiết yếu với động vật. Ngày nay tình trạng thiếu bo đã được phát hiện ở trên 70 nước và hầu hết các loại cây. Phân bo cũng đã được sử dụng rất rộng rãi trên thế giới.

*Bảng 6.1: Hàm lượng mangan trong các loại đá và đất*

| Nhóm đá      | Loại đá              | Hàm lượng (ppm) |
|--------------|----------------------|-----------------|
| Đá phún xuất | Crust                | 10              |
|              | Granite (đá granit)  | 15              |
|              | Basalt (đá bazan)    | 5               |
| Đá trầm tích | Lime stone (đá vôi)  | 20              |
|              | Sand stone (đá cát)  | 35              |
|              | Shale (đá phiến sét) | 100             |
| Đất          | Các loại đất         | 7-80            |

Nguồn : Turekian và Wedepond, 1961; Taylor, 1964.

Trong tự nhiên, bo luôn kết hợp với oxi và thường kèm với 3, đôi khi 4 oxi. Ở điều kiện nhiệt độ cao thường hình thành các khoáng borosilicate và anhydrous borate trong khi ở nhiệt độ thấp lại hình thành các khoáng hydrous borate. Trong môi trường hoạt động địa chất, bo hòa tan chủ yếu ở dạng  $\text{H}_3\text{BO}_4$  và  $\text{H}_2\text{BO}_3^-$  và chỉ hợp nhất thành các chất cao phân tử như tetraborate. Dạng axit yếu  $\text{H}_3\text{BO}_3$  được biết đến cả trong dung dịch và trong các khoáng sassolite, một số lượng đáng kể trong đó dễ dàng thay đổi theo phản ứng:



Hàm lượng bo trong các loại đá phun xuất thấp hơn rất nhiều so với đá trầm tích. Chính quá trình phong hóa, rửa trôi và lắng đọng đã tạo ra số lượng lớn bo trong đá trầm tích so với đá phun xuất. Trong nhóm đá phun xuất, hàm lượng bo thấp nhất ở đá basalt (5 ppm), cao ở đá granite (15 ppm) và cao nhất ở đá mica. Trong các loại đá trầm tích, đá vôi có hàm lượng bo thấp nhất (20 ppm) và cao nhất là đá phiến sét (100 ppm) (bảng 6.1).

Bo là nguyên tố phong phú hàng thứ 12 trong nước biển với nồng độ 4,6 ppm. Áp suất hơi nước của  $\text{H}_3\text{BO}_3$  ở lớp nước mặt đại dương khoảng 2 mm thủy ngân, chính vì thế nó có thể bay hơi vào khí quyển và khi mưa xuống bo sẽ phân bố rộng rãi trên các vùng đất. Trong nước biển bo còn có mặt ở trong một số hợp chất phức hữu cơ.

Các khoáng borat không phải luôn ổn định mà dễ

dàng thay đổi bởi nhiệt độ. Ví dụ khoáng  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  có thể chuyển thành  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  khi nhiệt độ cao. Bo trong dung dịch cũng có thể bị hấp phụ bởi các khoáng sét và sesquioxide. Sự hấp phụ này phụ thuộc vào pH và đạt cực đại khi pH 7-9. Sự hấp phụ của các sesquioxide mạnh hơn so với khoáng sét và của  $\text{Al}(\text{OH})_3$  mạnh hơn  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Lượng bo hấp phụ nhiều nhất là do bo thế chỗ nhóm OH. Một số bo thay thế Al hoặc Si trong cấu trúc của khoáng sét. Trong các khoáng sét, illite hấp phụ bo mạnh hơn so với kaolinite hoặc montmorillonite. Sự phong hóa đá sẽ giải phóng bo vào dung dịch, chủ yếu dạng  $\text{H}_3\text{BO}_3$ . Chúng sẽ kết hợp với các ion tự do để tạo thành các muối bo.

## 6.2 BO TRONG ĐẤT

Hàm lượng bo trong đất trong dao động trong khoảng 2–200 ppm, trung bình 7–80 ppm. Chỉ có khoảng < 5% tổng số bo trong đất ở dạng hữu hiệu với cây trồng. Thiếu hụt bo đã được phát hiện ở nhiều loại đất trong khi ngộ độc bo ít xảy ra trong thực tế. Tuy vậy ngộ độc bo cũng có thể xuất hiện ở những vùng đất phát triển trên đá giàu bo và những nơi có nguồn nước tưới giàu bo.

### 6.2.1 Dạng bo trong đất

Bo trong đất hiện diện ở 4 dạng chính: Trong đá và khoáng, hấp phụ trên bề mặt các khoáng sét và oxit sắt, nhôm, kết hợp với các chất hữu cơ và boric axit ( $\text{H}_3\text{BO}_3^0$ )



hay  $B(OH)_4^-$  trong dung dịch đất. Các khoáng chứa bo chủ yếu trong đất thuộc các nhóm:

- Nhóm hydrous borate: Borax  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ; kernite  $Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$ ; colemanite  $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$ ; ulexite  $(NaCaB_5O_9) \cdot 8H_2O$ .
- Nhóm anhydrous borate: Ludwigite  $Mg_2FeBO_5$ , Ktoite  $(Mg_3(BO_3)_2)$ . Nhóm hợp chất borosilicate: Tourmalite; axinite.

Trong các khoáng chứa bo, nổi bật nhất là flourine borosilicate–tourmaline. Tuy nhiên các khoáng này rất bền, ít bị phong hóa nên bo cung cấp từ nguồn này không đáng kể. Bo tồn tại ở các dạng: Bo trong dung dịch đất; bo hấp phụ; bo hữu cơ và bo trong các hợp chất khoáng. Luôn có sự chuyển hóa giữa các dạng bo trong đất.

### **\* Bo trong dung dịch đất**

Axit boric ( $H_3BO_3^0$ ) chiếm ưu thế khi pH dung dịch đất từ 5–9. Khi  $pH > 9,2$ ,  $H_2BO_3^-$  có thể tách hydro để chuyển thành  $H_4BO_4^-$ . Dạng bo cây hút (axit boric hay ion borat) có thể di chuyển từ dung dịch đất đến bề mặt lông hút của rễ. Bo trong dung dịch đất có thể xác định được thông qua biện pháp phân tích đất.

### **\* Bo hấp phụ**

Sự hấp phụ và phóng thích bo có tác dụng như bước đệm cho bo trong dung dịch, nó giúp làm giảm bo bị rửa trôi. Bo hấp phụ là dạng bo chủ yếu ở đất kiềm hay đất có hàm lượng bo cao. Điểm hấp phụ chính của bo là ở các cầu

nối Si-O và Al-O trong khoáng sét; trong các cấu trúc amorphous hydroxide; oxide hay hydroxy Fe, Al. Tăng pH, hàm lượng sét hay hữu cơ đều làm tăng  $H_4BO_4^-$  hấp phụ.

### **\* Bo trong các hợp chất hữu cơ trong đất**

Các hợp chất hữu cơ có một lượng bo hữu hiệu đáng kể. Lượng bo hữu hiệu này tăng khi hàm lượng hữu cơ trong đất tăng. Bo có khả năng kết hợp các chất hữu cơ mạch ngắn để tạo thành các phức hữu cơ phân tử cao hơn.

### **\* Bo trong các chất khoáng**

Bo có thể thay thế vị trí của  $Al^{3+}$  hay  $Si^{4+}$  trong các khoáng silicate. Theo đó bo có thể hấp phụ trên bề mặt các khoáng sét hay chui vào giữa các lớp khoáng.

### **6.2.2 Bo tổng số trong đất**

Phần lớn các loại đất nông nghiệp đều có hàm lượng bo tổng số từ 1-467 ppm. Ở những vùng có khí hậu ẩm ướt hàm lượng bo thấp (0,2-1,5 ppm), ngược lại ở vùng khô hạn, bán khô hạn hàm lượng bo cao hơn (10-40 ppm). Bo là nguyên tố dễ bị rửa trôi, chính vì thế ở các vùng đất có khí hậu nóng ẩm mưa nhiều hàm lượng bo thấp hơn so với đất vùng khô hạn và bán khô hạn. Nghèo bo nhất là các loại đất chua phát triển trên đá phun xuất và đất có kết cấu thô hàm lượng hữu cơ thấp. Các loại đất phát triển trên đá phiến sét thường giàu bo tổng số. Đất kiềm thường có bo tổng số cao, song đất phát triển trên đá vôi lại có nghèo bo. Những vùng đất mặn thường giàu bo.

### 6.2.3 Bo hữu hiệu

Bo tan trong nước nóng được xem như là bo hữu hiệu với cây trồng. Bo hữu hiệu trong đất thường dao động trong khoảng 0,1–0,3 ppm. Ở những vùng khô hạn bo hữu hiệu có thể cao hơn mức này. Cấu trúc đất, loại khoáng sét, pH và chất hữu cơ trong đất là những yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng bo hữu hiệu trong đất.

### 6.2.4 Yếu tố ảnh hưởng đến bo hữu hiệu trong đất

#### \* pH đất

Bo hữu hiệu giảm khi pH đất tăng ngoại trừ trên đất mặn. Ảnh hưởng đến bo hữu hiệu thể hiện rõ khi  $\text{pH} > 6$ . Đất kiềm thường thiếu bo hữu hiệu do pH cao. Sự giảm bo hữu hiệu do canxi là nguyên nhân chính vì nó làm tăng bo hấp phụ với  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Mức hấp phụ đạt tối đa khi  $\text{pH} = 7$  và hạn chế lượng bo cây hút. Tuy nhiên canxi không phải luôn luôn làm tăng bo hấp phụ và giảm bo cây hút. Trường hợp pH cao do Ca ở đất giàu hữu cơ lại có thể làm tăng độ phân giải hữu cơ, từ đó giải phóng bo hữu hiệu. Ngược lại đất quá chua ( $\text{pH} < 4$ ) cũng thường nghèo bo.

#### \* Chất hữu cơ

Chất hữu cơ trong đất có khả năng giữ bo tốt hơn sét. Sự hấp phụ bo của chất hữu cơ tăng khi pH tăng và đạt cực đại ở pH 9 sau đó lại giảm đi. Vai trò của chất hữu cơ với B hữu hiệu chưa được biết rõ, song ở đất chua chất hữu cơ ảnh hưởng tốt tới B hữu hiệu. Bo trong chất hữu cơ có

thể được phân giải nhờ hoạt động của các vi sinh vật. Trong phần diện đất hàm lượng bo hữu hiệu ở lớp đất mặt thường cao hơn so với lớp đất dưới, điều này do hàm lượng chất hữu cơ cao hơn. Đất giàu hữu cơ thường có nhiều bo hơn đất nghèo hữu cơ. Nhiều kết quả nghiên cứu đã chứng tỏ bón phân hữu cơ làm tăng hàm lượng bo trong cây.

### **\* Cấu trúc đất**

Cấu trúc đất có ảnh hưởng đến hàm lượng bo trong đất. Đất có cấu trúc thô, đất cát, đất thoát nước tốt thường có hàm lượng bo thấp. Đất có cấu trúc tốt có khả năng giữ được bo tốt trong khi đất cát, nghèo hữu cơ, lượng bo rửa trôi tới 85% lượng bo bón vào. Đất có cấu trúc tốt có thể giữ bo một thời gian dài sau khi bón vào bởi vì bo được hấp phụ trên bề mặt của các khoáng sét. Trên đất có cấu trúc tốt, phân bo có hiệu lực kéo dài hơn so với đất có cấu trúc kém. Tuy nhiên trên đất có cấu trúc kém, lượng bo cây hút có thể cao hơn so với đất có cấu trúc tốt ở cùng một liều lượng bón. Dung tích hấp thụ bo của đất phụ thuộc nguồn gốc khoáng sét theo thứ tự : Khoáng mica > montmorillonite > kaolinite.

### **\* Tương tác với các nguyên tố khác**

Canxi là nguyên tố tương tác mạnh với bo. Nhu cầu bo của cây thấp khi cây thiếu canxi. Khi canxi hữu hiệu trong đất tăng, nhu cầu bo của cây cũng tăng lên. Sự dư thừa  $Ca^{2+}$  ở đất kiềm hay do bón quá nhiều vôi sẽ hạn chế bo hữu hiệu trong đất. Đối với đất giàu bo, việc bón vôi có

thể khắc phục được tình trạng dư thừa bo gây ngộ độc cho cây. Tỷ lệ Ca/B trong cây là một chỉ tiêu quan trọng để chẩn đoán dinh dưỡng bo. Nhiều công trình nghiên cứu đã chứng tỏ thiếu bo ở lúa mạch khi tỷ lệ  $\text{Ca/B} > 1370/1$  và thiếu bo ở thuốc lá khi tỷ lệ  $\text{Ca/B} > 1200/1$ . Đối với cây mía, tỷ lệ  $\text{Ca/B} = 20$  là tối ưu cho sinh trưởng và phát triển và năng suất của mía.

Kali là nguyên tố đối kháng với bo, nếu bón quá nhiều kali sẽ ức chế cây hút bo dẫn đến thiếu hụt bo. Nhiều kết quả nghiên cứu đã cho thấy tình trạng thiếu bo làm giảm năng suất ở cò dầu và cỏ alfalfa là do bón lượng kali quá cao. Ngược lại, khi bị ngộ độc bo, bón kali với lượng cao có thể làm giảm mức độ ngộ độc bo.

#### **\* Độ ẩm đất**

Thiếu hụt bo thường xuất hiện ở những vùng có thời tiết khô và độ ẩm đất thấp. Độ ẩm đất liên quan đến sự giải phóng bo từ chất hữu cơ vào đất và khả năng di chuyển bo về vùng rễ cây trồng. Bo là nguyên tố dễ bị rửa trôi nên đất ở các vùng khô hạn và bán khô hạn thường có hàm lượng bo cao hơn đất ở vùng khí hậu ẩm ướt. Mặc dù hàm lượng bo trong đất vùng khô hạn có thể cao, song độ ẩm đất thấp sẽ hạn chế khả năng hút bo của cây và cây trồng ở vùng này vẫn có triệu chứng thiếu bo.

#### **\* Sự miễn cảm của cây trồng**

Các giống cây trồng có sự miễn cảm rất khác nhau đối với bo. Sự khác nhau này là do cấu tạo gen các cây

trồng quyết định. Các cây trồng thuộc họ ngũ cốc như lúa, ngô có nhu cầu bo thấp trong khi các cây họ đậu như lạc, đậu Hà Lan và họ thập tự như su lơ có nhu cầu bo cao hơn. Tính miễn cảm của cây trồng với bo thể hiện ở bảng 6.2.

**Bảng 6.2: Tính miễn cảm của cây trồng với bo**

| <b>Mẫn cảm cao</b> | <b>Mẫn cảm trung bình</b> | <b>Mẫn cảm thấp</b> |
|--------------------|---------------------------|---------------------|
| Su lơ (cải bông)   | Cải bắp                   | Lúa                 |
| Cần tây            | Cà rốt                    | Ngô (bắp)           |
| Cải củ             | Xà lách                   | Đậu nành            |
| Táo                | Bông vải                  | Khoai tây           |
| Hoa hồng           | Đậu Hà Lan                | Cây có múi          |
| Cỏ Alfalfa         | Nho                       | Hành, tỏi           |

Nguồn : Lucas và Knezek, 1972; Mortvedt, 1980.

Khoảng giữa ngưỡng tối ưu và ngộ độc bo rất hẹp, do vậy ứng dụng sự miễn cảm là rất cần thiết.

### **\* Thành phần cơ giới**

Đất có thành phần cơ giới nặng có khả năng giữ bo tốt hơn nên lượng bo cần phải cao hơn so với ở đất có thành phần cơ giới nhẹ. Điều này có nghĩa ngưỡng thiếu bo trên đất nặng phải cao hơn so với trên đất nhẹ.

### **\* pH đất**

Lượng bo hữu hiệu tăng lên ở đất chua song lại giảm đi ở đất kiềm. Ngay cả lượng bo hữu hiệu thấp cây

trồng vẫn có thể đủ bo nếu là đất chua, song cùng mức bo đó ở đất kiềm lại có thể thiếu bo trầm trọng.

### 6.2.5 Phân tích và chẩn đoán bo trong đất

Phương pháp thông dụng nhất để chiết tách bo hữu hiệu là dùng nước sôi. Đây là phương pháp của Berger và Truog (1939) đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Tiến hành ngâm đất trong nước sôi với tỉ lệ 1 : 2 trong thời gian từ 5–10 phút sẽ rút được bo hữu hiệu trong đất. Đất có hàm lượng bo tan trong nước nóng < 0,3 ppm sẽ thiếu bo với hầu hết cây trồng. Tuy nhiên đối với các cây mẫn cảm với bo thì < 0,5 ppm đã thiếu và ảnh hưởng đến cây trồng.

Phương pháp dùng axit photphoric cũng thường được dùng nhưng không phổ biến. Đối với đất sét, phương pháp canxi clorua ( $\text{CaCl}_2$ ) thường được dùng hơn. Phương pháp axit clohydric (0,05 M) của Ponnamperna và đồng sự (1981) thường dùng để phân tích B trong đất lúa. Ngưỡng thiếu B với lúa theo phương pháp này là 4 ppm.

Theo Bergmann (1990), ngưỡng khủng hoảng bo trong đất khác nhau tùy theo kết thành phần cơ giới (bảng 6.3). Ở những vùng khí hậu khô hạn hay vùng đất bị nhiễm mặn, lượng bo trong đất thường khá cao nên có thể gây độc đối với những cây trồng mẫn cảm cao với bo. Nước tưới cũng chứa một lượng bo đáng kể tùy theo nguồn. Những vùng đất bị ảnh hưởng bởi nước tưới hay nước thải giàu bo có thể gây ngộ độc cho cây.

**Bảng 6.3: Đánh giá mức độ bo trong đất**

(Đơn vị tính: ppm)

| Loại đất           | Hàm lượng sét (%) | Thấp   | Trung bình | Cao    |
|--------------------|-------------------|--------|------------|--------|
| Cát                | < 7               | < 0,15 | 0,15-0,25  | > 0,25 |
| Cát pha            | 8-15              | < 0,2  | 0,20-0,30  | > 0,30 |
| Thịt pha cát       | 16-25             | < 0,25 | 0,25-0,40  | > 0,40 |
| Thịt, sét nhẹ, sét | > 26              | < 0,35 | 0,35-0,60  | > 0,60 |
| Than bùn           | -                 | < 0,15 | 0,15-0,25  | > 0,25 |

Nguồn : Bergmann, 1990.

## **6.3 BO TRONG CÂY**

### **6.3.1 Chức năng của bo trong cây**

Bo là nguyên tố vi lượng rất quan trọng với cây trồng. Bo ảnh hưởng đến hoạt động của một số enzym, nó có khả năng tạo phức với các hợp chất polyhydroxy khác nhau. Bo làm tăng khả năng thấm ở màng tế bào, làm cho thành tế bào vững chắc và việc vận chuyển hydratcarbon được dễ dàng. Bo liên quan đến quá trình tổng hợp protein, lignin. Bo thiết yếu đối với sự phân chia tế bào và quá trình thụ phấn ở cây. Bo ảnh hưởng tới sự hấp thu và sử dụng canxi của cây, giúp điều chỉnh tỉ lệ K/Ca trong cây.

### **6.3.2 Hàm lượng bo trong cây**

Hàm lượng bo rất khác biệt giữa các loại cây, ở các



cây một lá mầm hàm lượng bo thường thấp hơn so với các cây hai lá mầm. Trong cây, hàm lượng bo cũng khác nhau giữa các bộ phận. Hàm lượng bo trong lá thường cao hơn trong thân. Bo trong cây giảm dần theo tuổi cây. Nhu cầu bo cũng khác nhau giữa các loại cây. Hàm lượng bo cây hút/lấy đi thể hiện ở bảng 6.4. Tỷ lệ Ca/B ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây. Tỷ lệ Ca/B trong cây tối ưu là 1200 cho thuốc lá và 500 cho đậu nành.

**Bảng 6.4: Lượng bo cây hút / lấy đi theo sản phẩm**

| Cây        | Năng suất<br>(tấn/ha) | Bo cây lấy<br>đi (g/ha) | Nguồn           |
|------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|
| Lúa        | 9,8                   | 314                     | De Datta, 1989  |
| Ngô        | 9,5                   | 190                     | Aldrich, 1986   |
| Khoai tây  | 100                   | 200                     | Burton, 1989    |
| Khoai lang | 10                    | 110                     | Bradburg, 1990  |
| Sắn (mì)   | 37                    | 270                     | Howeler, 1985   |
| Đậu nành   | -                     | 39                      | Batagha, 1978   |
| Mía        | -                     | 2                       | Malavolta, 1982 |
| Cà phê chè | -                     | 51                      | Malavolta, 1990 |
| Cam        | -                     | 2,8                     | Chapman, 1968   |

### 6.3.3 Triệu chứng thiếu bo ở cây trồng

Bo là nguyên tố ít di động nên triệu chứng thiếu bo thường bắt đầu xuất hiện ở các bộ phận non của cây. Ban đầu đỉnh sinh trưởng chùn lại, dần chết khô. Các lá non thường bị biến dạng, gấp nếp và mỏng với màu xanh nhạt

đến mất màu. Trên bề mặt lá thường có những đốm nhỏ màu vàng trắng. Trong một số trường hợp đỉnh sinh trưởng bị chết làm cây mọc thêm nhiều chồi bên giống như cây bụi. Xuất hiện nhiều vết rạn nứt trên thân và cuống quả. Thiếu bo là nguyên nhân dẫn đến hoa kém phát triển, sức sống của hạt phấn kém, tỷ lệ đậu quả thấp, tăng ròi ở cuống và quả không phát triển đầy đủ nên quả non dễ bị rụng. Thiếu bo làm sự phát triển của rễ bị ảnh hưởng, các rễ cây nhỏ, mỏng, đầu rễ thường bị chết hoại.

Thiếu bo ở cây lúa làm giảm chiều cao cây, đầu lá dần bạc trắng và cuộn lại, có thể làm chết các đỉnh sinh trưởng, bông nhỏ, số gié và số hạt trên bông ít.

Đối với ngô, thiếu bo làm cây thấp, khả năng trở cờ kém, bắp và hạt nhỏ, lõi lớn, số hạt trên bắp ít. Ở cây bông, hoa rụng nhiều, xuất hiện các vết nứt gãy, mất màu trên nụ, quả chín không hoàn toàn (chỉ nở nửa quả).

Thiếu bo ở các cây có củ xuất hiện bệnh “Ruột nâu”, đặc trưng bởi những đốm thâm màu hoặc nứt nẻ trên phần dày nhất của rễ. Ở cây su lơ, ban đầu bị thối từ cuống hoa sau lan dần ra cả hoa. Ở cây có múi, quả có nhiều đốm nâu, lệch tâm, có vết đen quanh lõi, nước chua. Đối với cây nho, thiếu bo làm quả nhỏ, ít quả. Đối với đu đủ, thiếu bo làm quả sần sùi, biến dạng.

#### **6.3.4 Ngưỡng thiếu bo ở cây trồng**

Với đa số cây trồng, khi hàm lượng B < 15 ppm thì thiếu bo. Tuy nhiên với cây một lá mầm có thể ngưỡng này

thấp hơn. Cây đủ bo khi đạt 15–100 ppm B và ngộ độc bo khi hàm lượng bo trong cây > 200 ppm B. Ngưỡng khủng hoảng bo đối với một số cây trồng thể hiện ở bảng 6.5.

**Bảng 6.5: Ngưỡng dinh dưỡng bo ở cây trồng (ppm)**

| Cây     | Bộ phận          | Ngưỡng thiếu | Bình thường | Ngưỡng độc |
|---------|------------------|--------------|-------------|------------|
| Lúa     | Cây (đẻ nhánh)   | < 5          | 6 – 15      | –          |
|         | Thân lá (chín)   | < 3          | –           | –          |
| Ngô     | Cả cây 25 ngày   | 1-2          | 5–10        | 25         |
| Lạc     | Lá               | < 25         | –           | –          |
| Bông    | Lá               | 16           | 30–50       | 522–1625   |
| K. tây  | Lá trên cùng     | < 15         | 21–50       | > 50       |
| Su lơ   | Lá ngọn (5% hoa) | 4–9          | 11–17       | –          |
| Xà lách | Lá               | –            | 27–43       | 70–817     |
| Cà chua | Lá ngọn cây non  | < 10         | 30–75       | > 200      |
| Củ cải  | Lá               | 4–28         | 25–52       | –          |
| Cà rốt  | Lá               | < 16         | 32–103      | 175–307    |

Nguồn: Gupta 1979; Katyal và Randhawa, 1983; Dobermann và Fairhust, 2000.

## 6.4 PHÂN BO

Các chất chứa bo ở dạng muối hoặc axit thể hiện ở bảng 6.6 đều có thể dùng làm phân bón cho cây.

Borax và natri tetraborat là các dạng phân bo được dùng phổ biến nhất cho các cây nông nghiệp. Borax và borat có thể dùng để bón vào đất hay phun qua lá.

Solubor cũng là tetraborat có hàm lượng bo cao nên có thể dùng để bón vào đất hoặc phun qua lá. Boric axit có thể sử dụng được cho cả bón gốc và bón qua lá mặc dù nó ít được dùng hơn so với borax.

**Bảng 6.6: Các loại phân bo thường dùng**

| <b>Nguồn phân</b> | <b>Công thức hóa học</b>                                                                                                       | <b>B (%)</b> |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Borax             | $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$                                                                   | 11           |
| Natri pentaborat  | $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_{16} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$                                                                | 18           |
| Natri tetraborat  | $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$                                                                    | 14           |
| -Phân borat 46    | $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$                                                                                              | 20           |
| -Phân borat 65    | $\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$                                                                 | 20,9         |
| Solubor           | $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ | 20           |
| Borit axit        | $\text{H}_3\text{BO}_3$                                                                                                        | 17           |
| Colemantit        | $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$                                                                 | 10           |
| Bột sỉ bo         | —                                                                                                                              | 2–6          |

Nguồn: Murphy và Walsh, 1972; Borax consolidated limited.

Clemantit là bột của Ca-borat ít tan trong nước và giải phóng bo từ từ, do vậy nó có ưu điểm trên đất cát.

Một số phân bón chuyên dùng như Đầu Trâu L1, L2, Đầu Trâu TE-01, Đầu Trâu TE-02, phân NPK+TE và phân bón lá hiệu Đầu Trâu cũng có chứa một lượng bo đáng kể nên khi bón các loại phân này không những đã cung cấp dinh dưỡng N, P, K và các trung vi lượng khác mà còn cung cấp một lượng bo thích hợp cho từng loại cây.

## 6.5 SỬ DỤNG PHÂN BƠ

Để khắc phục tình trạng thiếu bô có thể áp dụng cách bón phân bô vào đất hoặc phun qua lá. Tuy nhiên trong thực tế biện pháp bón vào đất thường được sử dụng hơn do dễ sử dụng, ít tốn kém lao động so với phun qua lá.

### 6.5.1 Bón vào đất

- Phân bô có thể bón lót bằng cách rải đều trên mặt đất, bón theo hàng hay theo hốc. Bón thúc một vài lần cũng cho kết quả tốt nhất là với các cây có thời gian sinh trưởng dài.

- Liều lượng dùng cho bón gốc từ 1,2-3,2kg B/ha cho những cây có nhu cầu bô cao (cây họ đậu và một số cây có củ) và 0,6-1,2kg B/ha cho những cây có nhu cầu bô thấp.

- Sự hiểu biết về đất và điều kiện thời tiết khí hậu rất cần thiết trước khi quyết định chế độ bón phân bô. Nếu đất chua nên bón dạng muối, đất kiềm bón axit boric.

- Ngưỡng giới hạn giữa mức bô tối ưu và mức độ độc của bô rất hẹp do vậy bón phân bô cần phải theo nhu cầu của cây tránh hiện tượng độc có thể xảy ra. Bón một lần có thể đem lại hiệu lực nhất là trong đất có thành phần cơ giới nặng. Đối với những cây đòi hỏi lượng bô thấp và nguồn phân bô chậm tan thì hiệu lực có thể kéo dài.

- Phân bô có thể bón riêng hay trộn với phân NPK để bón chung. Ngoài ra có thể đưa phân bô vào trong quá trình sản xuất phân NPK bằng cách bọc áo để tạo ra phân

bón NPK+B. Đối với phân NPK có tính chua nên sử dụng boric axit. Phân NPK trung tính nên sử dụng natri borat.

**Bảng 6.7: Liều lượng bón phân bo**

| Cây trồng  | Nguồn phân bo | Lượng bón (kg B/ha) |        | Phương pháp bón |
|------------|---------------|---------------------|--------|-----------------|
|            |               | Khoảng              | Tối ưu |                 |
| Lúa        | Borax         | 0,5-3,0             | 1,5    | Lót, phun lá    |
| Ngô        | Borax         | 1,2-2,4             | 1,2    | Bón lót         |
| Bông       | Solubor       | 0,6-1,2             | 0,6    | Theo hàng       |
| Khoai lang | Borax         | 0,6-3,6             | 0,6    | Bón rải         |
| Khoai tây  | Borax         | 0,6-3,6             | 0,6    | Bón lót         |
| Củ cải đỏ  | Borax         | 1,2-3,6             | 2,4    | Bón rải         |

Nguồn : Bryan, 1940; Murphy và Walsh, 1972.

Nên dùng  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  vì nhiệt độ nóng chảy cao hơn trong khi  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  bắt đầu nóng chảy ở  $200^\circ\text{C}$  sẽ làm bề mặt hạt phân NPK chảy nước. Để bọc áo hạt phân tốt nhất, nồng độ cần pha natri borat trong dầu là 0,2%.

### 6.5.2 Bón qua lá

- Phương pháp phun phân bo qua lá có hiệu quả cao với cây ăn quả. Sau khi phun lần đầu và bo đã được hấp thu vào cây cần phun tiếp một vài lần để hoàn toàn khắc phục sự thiếu hụt bo của cây. Nồng độ dung dịch phun thích hợp của các loại phân bo với hầu hết các loại cây là 0,2%. Với cây có quả, phun phân bo có thể thực hiện vào 5 thời điểm:

chồi đang ngủ, bắt đầu nảy chồi mới, lá đã phát triển đầy đủ, trước khi ra hoa và quả non đang phát triển. Đối với cây ăn quả dài ngày và bông vải nên phun tối thiểu 3 lần, định kỳ 10-14 ngày/lần.

- Việc phun phân bo cần được thực hiện hàng năm nếu sự thiếu bo được ghi nhận trong suốt mùa sinh trưởng. Lần phun đầu tiên thực hiện ngay khi triệu chứng được phát hiện. Sau đó tiếp tục phun vài lần định kỳ cách nhau một tuần tùy theo cây trồng sẽ cho kết quả tốt nhất.

- Solubor được sử dụng rộng rãi để phun qua lá. Nồng độ phun với một số cây trồng có thể dùng tới 5%, nhưng nhiều kết quả nghiên cứu cho thấy nồng độ phun không nên quá 1% và đối với các loại cây trồng phổ biến hiện nay thì chỉ cần pha nồng độ từ 0,2-0,5%.

Hiện tại ở Anh, solubor dùng trong các thí nghiệm với cà rốt, su lơ, cải bắp, đậu, củ cải đỏ... phun với nồng độ 0,17-8%; tổng lượng bón 1,6-22 kg solubor/ha. Ở Tây Ban Nha, nồng độ phun cho cây hoa hướng dương là 3,5% nếu phun từ máy bay và 1,4-1,7% nếu phun ở mặt đất.

### 6.5.3 Tắm vào hạt giống

Có thể dùng axit boric hòa ra nước để xử lý hạt giống trước khi gieo. Nồng độ dung dịch thích hợp 0,01-0,03%. Lượng dung dịch 8-10 lít cho 100 kg hạt giống. Với những cây có nhu cầu bo cao, nồng độ dung dịch dùng để ngâm hạt giống có thể tới 2,5% axit boric.

## **6.6 KHẮC PHỤC TÌNH TRẠNG NGỘ ĐỘC BO**

Ngộ độc bo có thể xuất hiện ở những vùng đất khô hạn, bán khô hạn và vùng đất mặn. Nước tưới giàu bo hay bón nhiều tro cũng là nguyên nhân ngộ độc bo ở một số vùng. Kiểm hóa đất bằng cách bón vôi là biện pháp khắc phục tình trạng ngộ độc bo với cây trồng. Tăng lượng nước tưới sau đó xả nước để rửa trôi bo cũng là biện pháp làm giảm ngộ độc bo có hiệu quả. Bón thêm silic cũng có tác dụng ngăn cản sự hấp thu bo của cây ở những tầng đất sâu hơn, từ đó cũng làm giảm tình trạng ngộ độc bo với cây trồng.

## **6.7 HIỆU LỰC CỦA PHÂN BO ĐỐI VỚI CÂY TRỒNG**

Hiệu lực của phân bo đã được nghiên cứu ở nhiều nước trên thế giới. Kết quả nghiên cứu cho thấy phân bo có hiệu quả ở Ấn Độ, Pakistan, Trung Quốc, Thụy Sĩ, Italia, Pháp, Tây Ban Nha, Scotlen... trên các cây ngũ cốc, lúa, củ cải đường, ngô, cọ dầu, hướng dương, bông. Ở Pháp, thiếu bo đã được phát hiện ở ngô, bông, hướng dương trên những đất có thành phần cơ giới nhẹ, tỷ lệ cát  $> 15-20\%$  và pH cao. Theo Shorrocks (1991) năm 1989 có đến 40% diện tích (tương đương 320.000 ha) hoa hướng dương ở Pháp thiếu bo. Điều này đã làm giảm năng suất trung bình 120 kg/ha, mất đi sản lượng 380.000 tấn. Cũng năm này ở Tây Ban Nha phát hiện có 750.000 ha đất thiếu bo. Trên các đất này năng suất hướng dương giảm, tỷ lệ dầu trong hạt cũng giảm. Riêng trong năm 1989 giá trị nông sản bị mất đi trên



số diện tích này ước tính khoảng 6,4 triệu bảng Anh.

Ở Ấn Độ, kết quả nghiên cứu của Mehrotra và đồng sự (1967) cho thấy bón phân bo cho lúa ở dạng borax với lượng 1,12 kg B/ha đã làm tăng năng suất 13,23% và lượng bón 2,24 kg B/ha đã làm tăng năng suất 18% so với đối chứng. Phun hỗn hợp phân B + Cu + Mn đã làm tăng năng suất 114,4% so với đối chứng. Nghiên cứu của Sakal và đồng sự (1988) cho kết quả bón phân bo với lượng 1,5–2kg B/ha đã làm tăng năng suất lúa mì 24,39% so với đối chứng ở năm thứ nhất và 18,78–19,97% ở năm thứ hai so với đối chứng. Một nghiên cứu khác của Sakal và đồng sự (1987) cho kết quả bón 1–4 kg B/ha đã làm tăng năng suất lạc từ 6,90–13,69% so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu của Shukla và đồng sự (1983) cho thấy bón kết hợp 20 kg S và 1 kg B/ha cho lạc đã làm tăng hàm lượng dầu trong hạt từ 40,25–44,14% và tăng hàm lượng protein trong hạt từ 19,06–21,56% so với đối chứng. Ở Braxin bón phân bo với lượng 0,65 kg B/ha đã làm tăng năng suất lúa mì so với đối chứng (Da Silva, 1983).

Ở Trung Quốc kết quả nghiên cứu của Liu Zheng (1984) cho thấy phân bo làm tăng suất cả lúa nước và lúa mì so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu của Lin Kehui và đồng sự công bố năm 1991 cho thấy bón lót 7,5 kg  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ /ha và phun qua lá  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  nồng độ 0,2% ở 20–30 ngày sau trồng đã làm tăng năng suất thuốc lá khô sấy 10,8%, tăng hàm lượng nicotin, đường và protein so với đối chứng. Bón phân bo cũng đã làm tăng

năng suất đậu nành 6,7–10,9% so với đối chứng.

Đối với cây ăn quả, báo cáo của Kodua (1980) cho thấy bón phân bo cho cam đã làm tăng năng suất 15–20%, tăng hàm lượng đường trong quả và giảm hàm lượng axit ascorbic. Nghiên cứu của Mister (1971) với cây nho cho kết quả bón vào đất với lượng 12 kg B/ha hay phun qua lá với lượng 2,5 kg/ha vào thời điểm trước ra hoa 3–4 ngày đã làm tăng số hoa, quả, giảm tỷ lệ rụng quả, tăng năng suất 15–20% và tăng hàm lượng đường 1–2% so với đối chứng. Phun phân bo kết hợp với phân kẽm, đồng, mangan và molybden đã làm tăng năng suất nho 15–21% so với đối chứng (Akseutyuk và đồng sự, 1983). Thí nghiệm của Rana và Sharma (1979) cho thấy phun borax qua lá với nồng độ 0,25% và 0,5% làm tăng năng suất nho 42,12–48,23% so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu của Raput và đồng sự (1976) cho thấy phun boric axit nồng độ 0,2–0,8% cho xoài đã làm tăng số hoa, số quả và chất lượng xoài. Đối với cây vải thiều, phun boric axit nồng độ 0,4% đã làm giảm số quả bị nứt vỏ, tăng năng suất và giúp vải thiều chín sớm hơn 22–27 ngày so với đối chứng (Misra và Khan, 1981). Kết quả nghiên cứu của Woo và đồng sự (1991) cho thấy: Bón 50–200 gam borax 48 (48%  $B_2O_3$ )/cây cọ dầu đã làm tăng năng suất 5,28–5,9% so với đối chứng.

Ở Việt Nam, kết quả nghiên cứu bo trong đất của chương trình FANIDAP/FINNIDA do Jokioinen (1992) công bố cho thấy đất Việt Nam hầu hết đều nghèo bo. Trong số 122 mẫu đất nghiên cứu có tới 78% thiếu bo. Kết

quả nghiên cứu của Trần Thị Ang (1995) cho thấy phân bo đã làm tăng năng suất ngô 7% so với đối chứng. Nghiên cứu hiệu lực của phân bo với lạc trên đất bạc màu Hà Bắc của Dương Văn Đảm (1993) cho thấy hiệu lực của phân bo phụ thuộc vào pH và hàm lượng bo trong đất. Kết quả 12 thí nghiệm được thực hiện trên các đất có pH từ 4,5–7 cho thấy phun  $H_3BO_3$  nồng độ 0,05%, lượng phun 600 lít/ha vào thời điểm lạc chớm ra hoa đã làm tăng năng suất lạc củ 7,48–16,78% so với đối chứng (bảng 6.8). Kết quả 7 thí nghiệm trên các đất có hàm lượng bo hữu hiệu từ 0,1–0,35% cho thấy phun  $H_3BO_3$  nồng độ 0,05% đã làm tăng năng suất lạc củ có ý nghĩa so với đối chứng với mức tăng trung bình 16,57%. Nghiên cứu của Nguyễn Đình Mạnh (1988) cho kết quả phun boric axit nồng độ 3 gam/30 lít nước đã làm tăng năng suất lạc củ 11,8% và lạc nhân 17,3% so với đối chứng không phun.

Kết quả nghiên cứu hiệu lực của phân bo với cây cải bắp của Đặng Văn Hồng (1993) cho thấy phân bo không những làm tăng năng suất mà còn tăng hàm lượng đường tổng số, đường khử và vi tamin C trong bắp cải. Sử dụng phân bo bằng cách ngâm hạt giống trong dung dịch  $H_3BO_3$  nồng độ 0,003–0,04% đã làm tăng năng suất 2,78–9,71% so với đối chứng. Xử lý hạt bằng hỗn hợp dung dịch bo, đồng và kẽm làm tăng năng suất 13,9% so với đối chứng (bảng 6.9). Nghiên cứu của Đặng Văn Hồng trên cây cà rốt cho thấy phun hỗn hợp dung dịch  $H_3BO_3$  và  $CuSO_4$  đã thực sự làm tăng năng suất và chất lượng cà rốt. Đặc biệt làm

giảm tỷ lệ củ chẻ, củ thối, tăng lượng củ đạt tiêu chuẩn xuất khẩu, tăng hàm lượng đường khử trong củ và kéo dài được thời gian bảo quản so với đối chứng. Nồng độ phun thích hợp nhất cho cà rốt là  $\text{H}_3\text{BO}_3$  0,05% +  $\text{CuSO}_4$  0,1%.

**Bảng 6.8: Hiệu lực của phân bo đối với lạc**

| $\text{pH}_{\text{KCl}}$ | Số thí nghiệm | Năng suất khô (kg/ha) |         | Tăng năng suất (%) |
|--------------------------|---------------|-----------------------|---------|--------------------|
|                          |               | Đối chứng             | Phun bo |                    |
| 4,5 – 5,5                | 4             | 1376                  | 1479    | 7,48               |
| 5,6 – 6,5                | 3             | 1554                  | 1811    | 16,54              |
| 6,6 – 7,0                | 5             | 1293                  | 1510    | 16,78              |

Nguồn : Dương Văn Đảm, 1993.

**Bảng 6.9: Ảnh hưởng của phân bo tới năng suất bắp cải**

| Công thức                                       | Năng suất (tấn/ha) | Tăng năng suất (%) |
|-------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Đối chứng                                       | 31,5               | –                  |
| $\text{H}_3\text{BO}_3$ nồng độ 0,04%           | 32,38              | 102,79             |
| $\text{H}_3\text{BO}_3$ nồng độ 0,01%           | 33,69              | 106,95             |
| $\text{H}_3\text{BO}_3$ nồng độ 0,005%          | 34,56              | 109,71             |
| $\text{H}_3\text{BO}_3$ nồng độ 0,003%          | 33,25              | 105,56             |
| $\text{H}_3\text{BO}_3$ 0,01% + $\text{CuSO}_4$ | 35,88              | 113,90             |
| 0,005% + $\text{ZnSO}_4$ 0,005%                 |                    |                    |

Nguồn : Đặng Văn Hồng, 1993.

Một nghiên cứu khác của Nguyễn Đình Mạnh và

Đặng Văn Hồng (1988) cũng cho thấy phun axit boric 0,2% vào thời điểm 45 ngày sau gieo đã làm tăng năng suất cà rốt ở tất cả các giống trong thí nghiệm so với đối chứng với mức tăng từ 6,25% ở giống Manchester table 24601 và 28,0% ở giống Ideal. Đối với cây ớt, nghiên cứu của Lê Thị Khánh (1998) cho thấy phun  $H_3BO_3$  nồng độ 0,05% đã làm tăng tỷ lệ đậu quả 10,75%, tăng tỷ lệ chất khô 15,3%, tăng hàm lượng đường tổng số, hàm lượng vitamin C so với đối chứng không phun phân bo.

Kết quả nghiên cứu của Vũ Hữu Yêm và đồng sự năm 1992–1994 về hiệu lực của phân bo với cây dưa vùng Đồng Giao–Ninh Bình cho thấy phun axit borix, bón axit borix hay bón borax đều làm tăng năng suất dưa cayene với mức tăng 21,5–46,18% so với đối chứng (bảng 6.10). Bón axit boric với lượng 0,15 gam/cây cho năng suất và hiệu quả kinh tế cao nhất. Các công thức bón phân bo vào đất hay phun qua lá đều làm tăng một số chỉ tiêu chất lượng dưa so với đối chứng (bảng 6.11). Một nghiên cứu khác về hiệu lực của phân bo đối với cây dưa của Vũ Mạnh Hải và đồng sự (1996) cho kết quả: Phun boric axit nồng độ 0,2% hay bón axit boric (0,15 g/cây) hoặc bón natri borax (0,15 g/cây) đã làm giảm tỷ lệ quả thối, tăng năng suất 3,6–10,42% và gia tăng hiệu quả kinh tế 760.000–3.000.000 đ/ha so với đối chứng. Các công thức bón phân bo đều làm màu thịt quả đẹp hơn, ít đốm trắng, nâng cao chất lượng đồ hộp, tăng hàm lượng đường tổng số, tăng hàm lượng vitamin C so với đối chứng. Đối với cam trồng trên đất đỏ

bazan Phủ Quy – Nghệ An, kết quả nghiên cứu của Kẹo Vivon Ut Tha Chắc và đồng sự (1994) cho thấy phun phân bo qua lá với nồng độ 0,3% B cho cam Sunkist đã làm tăng tỷ lệ đậu quả, giảm tỷ lệ rụng quả, tăng năng suất thực thu 9,78% so với đối chứng đồng thời tăng hàm lượng đường và vitamin C trong quả.

**Bảng 6.10: Ảnh hưởng của phân bo tới năng suất dưa**

| Công thức                 | Năng suất<br>(tấn/ha) | Tăng năng<br>suất so đối<br>chứng (%) |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| Đối chứng                 | 21,5                  | –                                     |
| Phun Axít boric 0,2%      | 26,8                  | 21,5                                  |
| Bón Axít boric 0,15g/cây  | 31,6                  | 46,98                                 |
| Bón Natri borax 0,15g/cây | 30,3                  | 40,93                                 |

Nguồn : Vũ Hữu Yên và đồng sự 1994.

**Bảng 6.11: Ảnh hưởng của phân bo tới chất lượng dưa**

| Công thức       | Trọng lượng<br>quả (kg) | Đường kính<br>lõi (cm) | Số mắt |
|-----------------|-------------------------|------------------------|--------|
| Đối chứng       | 1,089                   | 2,6                    | 95,5   |
| Phun Axít boric | 1,156                   | 2,3                    | 87,5   |
| Bón Axít boric  | 1,198                   | 2,6                    | 108,2  |
| Bón Natri borax | 1,109                   | 2,7                    | 99,0   |

Nguồn : Vũ Hữu Yên và đồng sự 1994.

# Chương 7

## Molypđen

### 7.1 ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA CỦA MOLYPĐEN

Molypđen (Mo) có tính chất khác lạ so với các nguyên tố cùng nhóm trong hệ thống tuần hoàn. Mo có khối lượng nguyên tử 95,94, bán kính ion 0,62 Å. Nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu về dinh dưỡng molypđen với cây trồng. Năm 1939, Arnon và Stout đã nhận thấy molypđen làm tăng sinh trưởng phát triển của cây. Anderson (1942) và Davives (1945) đã nghiên cứu sự thiếu molypđen trên cây cỏ ba lá và su lơ. Mo cũng đã được xác định là nguyên tố thiết yếu với động vật vào năm 1956. Ngày nay đã có nhiều công trình nghiên cứu về Mo và phân Mo đã được dùng khá phổ biến, nhất là đối với các cây họ đậu và rau.

Trong tự nhiên các hợp chất chứa Mo thường khá bền. Mo có nhiều trong các khoáng chất dạng sunfite ( $\text{MoS}_2$ ). Molypđen có nhiều hóa trị nhưng chỉ có  $\text{Mo}^{4+}$  và  $\text{Mo}^{6+}$  là đóng vai trò quan trọng nhất. Mo hóa trị thấp thường xuất hiện trong các khoáng molybdenite ( $\text{MoS}_2$ ) và hóa trị cao hơn thường thấy trong môi trường sunfat. Các khoáng ở gần lớp đất mặt có màu xanh sẫm và hợp chất  $\text{Mo}_3\text{O}_8 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  có chứa Mo ở hóa trị thấp hơn  $6^+$ . Các nhóm hydrat khác và anhyđro oxit chứa Mo là các yếu tố cấu

thành đất nhưng không phải là các lớp khoáng. Molypden trong các hợp chất ở lớp bề mặt ngoài của vỏ trái đất có một số tính chất không giống như các cation vì lượng kim loại khác mà có tính chất giống như các anion. Nó liên quan đến  $\text{MoO}_4^{2-}$  và một số molybdate không tan hiện diện nhiều ở dạng wulfenite ( $\text{PbMoO}_4$ ), powellite ( $\text{CaMoO}_4$ ) và ferrimolybdate (có thể là  $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ).

Hàm lượng molypden trung bình trong đá phun xuất từ 1–2 ppm. Khoáng biotite trong nhóm này giàu molypden nhất, mặc dù khoáng feldspar có một lượng đáng kể molypden kim loại. Vai trò của Mo trong các cấu trúc silicate chưa được biết rõ nhưng  $\text{Mo}^{4+}$  có thể thay thế cho  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  và  $\text{Al}^{3+}$ . Trong các dung dịch có liên quan đến đá phun xuất, Mo thường xuất hiện ở dạng  $\text{MoO}_4^{2-}$ , nhưng có thể chuyển thành  $\text{MoO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MoO}_2\text{Cl}_2$  và  $\text{MoO}_2\text{F}_2$  khi nhiệt độ cao. Trong nhóm đá trầm tích, đá sét giàu Mo hơn đá cát và đá vôi (bảng 7.1). Một số đá phiến sét đen giàu phốt phorit có chứa một lượng lớn Mo, có thể tới 300 ppm.

Sự phong hóa các khoáng chứa molypden sẽ giải phóng ion molypdat trong dung dịch, chủ yếu là  $\text{MoO}_4^{2-}$  khi  $\text{pH} > 5$  hoặc 6 và  $\text{HMoO}_4^-$  khi  $\text{pH} < 5$ . Molypdat có thể kết tủa nếu có một số lượng lớn các ion  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  hoặc  $\text{Fe}^{3+}$  hiện diện hoặc có thể tạo ilsemanite trong điều kiện không có oxi. Ion molypdat cũng giống như các anion, chúng có thể bị hấp phụ trên bề mặt các hạt keo mang điện dương, chẳng hạn như bởi  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  tại pH xấp xỉ 5. Khoảng hấp phụ đạt tối đa trong khoảng pH 3–6. Trên mức pH 6, sự



hấp phụ giảm xuống.

**Bảng 7.1: Hàm lượng molypden trong các loại đá và đất**

| Nhóm đá      | Loại đá              | Hàm lượng (ppm) |
|--------------|----------------------|-----------------|
| Đá phún xuất | Crust                | 1,5             |
|              | Granite (đá granit)  | 2               |
|              | Basalt (đá bazan)    | 1               |
| Đá trầm tích | Lime stone (đá vôi)  | 0,4             |
|              | Sand stone (đá cát)  | 0,2             |
|              | Shale (đá phiến sét) | 2,6             |
| Đất          | Các loại đất         | 0,2-10          |

Nguồn : Turekian và Wedepond, 1961; Taylor, 1964.

## 7.2 MOLYPĐEN TRONG ĐẤT

Hàm lượng molypden trong đất rất thấp và biến động từ 0,013–17 ppm (Kabata và đồng sự, 1984) và phụ thuộc vào các đá mẹ hoặc mẫu chất tạo thành. Molypden hữu hiệu thường cao trong đất kiềm, đất giàu chất hữu cơ và đất mới phát triển do núi lửa, trong khi đất podzon và đất phát triển trên các loại đá giàu sắt thường nghèo Mo.

Trong tự nhiên, molypden tồn tại ở các dạng khoáng sulfide, oxide và molybdate. Chúng cũng hiện diện trong cấu trúc silicate của các khoáng feldspar và mica.

- Nhóm sulfide: Mobybdenite ( $\text{MoS}_2$ ).
- Nhóm oxide: Ilsemanite ( $\text{Mo}_3\text{O}_8 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ )
- Nhóm molybdeate: Wulfenite ( $\text{PbMoO}_4$ ), powellite ( $\text{CaMoO}_4$ ), ferrimolybdite ( $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ).

Trong đất, đặc biệt là đất chua, molybden hữu hiệu bị hấp phụ mạnh bởi các oxit và hydroxit sắt để tạo thành các dạng molybden kết tủa không còn hữu hiệu với cây trồng. Molybden cũng có mặt trong thành phần của các hợp chất hữu cơ. Đây là nguồn dinh dưỡng molybden quan trọng với cây trồng.

### **7.2.1 Molybden tổng số trong đất**

Phần lớn các loại đất nông nghiệp có hàm lượng Mo tổng số dao động trong khoảng 0,01–12 ppm (Aubert và Pinta, 1977). Tuy nhiên Mo tổng số không phải là chỉ tiêu phản ánh dinh dưỡng molybden với cây trồng. Trong phẫu diện đất, hàm lượng molybden cao ở tầng mặt và giảm dần ở các tầng dưới sâu. Trong đất, molybden tồn tại ở dạng tan trong nước, hấp phụ trên bề mặt các colloid, kết hợp với các chất hữu cơ và nằm trong các khoáng chất.

### **7.2.2 Molybden hữu hiệu và yếu tố ảnh hưởng đến molybden hữu hiệu trong đất**

#### **\* pH đất**

Molybden hữu hiệu phụ thuộc nhiều vào pH đất. Molybden hữu hiệu cao trong đất kiềm và thấp trong đất

chua, điều này trái ngược với các chất vi lượng thiết yếu khác. Đất chua làm tăng khả năng cố định Mo lên khoáng sét, giảm molybden hữu hiệu. Trong thực tế tình trạng thiếu molybden thường phát hiện trên đất có pH < 5,5. Các đất chua thường thiếu molybden hữu hiệu với cây trồng. Theo Linsay (1972), hàm lượng molybden hòa tan tăng 100 lần ứng với mỗi đơn vị pH tăng thêm. Ở đất chua, biện pháp bón vôi cũng làm gia tăng molybden hữu hiệu.

### **\* Chất hữu cơ**

Các chất hữu cơ có khả năng tạo phức với molybden. Các phức chất Mo-hữu cơ không chỉ hữu hiệu với cây mà còn tránh được sự hấp phụ  $\text{MoO}_4^{2-}$  bởi các sesquioxide chuyển hóa tạo thành các dạng molybden kết tủa không còn hữu hiệu với cây trồng. Mặc dù vậy ở đất quá giàu hữu cơ như than bùn, axit humic lại làm giảm Mo do khả năng cố định mạnh Mo. Bón phân hữu cơ cũng làm tăng molybden hữu hiệu với cây trồng. Sự khoáng hóa chất hữu cơ trong đất sẽ giải phóng Mo từ từ cung cấp cho cây.

### **\* Độ ẩm đất**

Molybden hữu hiệu tăng khi độ ẩm trong đất tăng. Sự ngập nước cũng làm tăng molybden hữu hiệu trong đất so với đất khô. Nếu đất có hàm lượng molybden tổng số cao, khi bị ngập úng, thoát nước kém có thể dẫn đến tình trạng dư thừa molybden hữu hiệu gây ngộ độc cho cây.

## **\* Kết cấu đất**

Đất có kết cấu nhẹ có thể giải phóng molybden dễ dàng hơn so với đất có thành phần cơ giới nặng. Đất có kết cấu kém thường dễ bị rửa trôi Mo, điều này làm cho đất cát thường hay bị thiếu Mo hơn so với đất thịt và đất sét.

## **\* Tương tác giữa các nguyên tố**

Molybden hữu hiệu trong đất phụ thuộc nhiều vào hàm lượng các chất dinh dưỡng khác trong đất. Sự hấp phụ molybden của đất tăng lên khi có sự hiện diện  $\text{Cl}^-$  trong khi lại giảm đi khi có mặt  $\text{SO}_4^{2-}$  (Mitchell 1974). Molybden đối kháng với  $\text{SO}_4^{2-}$  và  $\text{Cu}^{2+}$  trong đất. Nồng độ  $\text{SO}_4^{2-}$  hay  $\text{Cu}^{2+}$  trong đất cao sẽ làm giảm lượng Mo cây hút. Ngược lại, tình trạng dư thừa molybden gây độc có thể ngăn chặn bằng cách bón phân đồng. Ion phosphate cũng có thể thay thế anion Mo trong quá trình hấp phụ làm giảm molybden hữu hiệu của đất. Xie và Mackenzie (1991) đã chỉ ra rằng hấp phụ P của đất đặc biệt ở mức P cao sẽ làm giảm Mo hấp phụ và tăng Mo giải phóng từ đất. Bón phân lân hợp lý làm tăng Mo hữu hiệu. Molybden hữu hiệu trong đất còn phụ thuộc vào sắt tự do và oxit sắt. Đất có  $\text{Fe}^{2+}$  và  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  cao thường nghèo Mo. Khi tăng lượng thạch cao hoặc amôn sulfat, hàm lượng Mo hữu hiệu trong đất giảm. Bón phân Mo làm tăng lượng hút N ở lúa và P, K ở đậu nành.

## **\* Sự miễn cảm của cây trồng**

Các cây họ thập tự và họ đậu có nhu cầu molybden cao, chúng rất miễn cảm với molybden. Trên những đất mà

cây ngũ cốc phát triển bình thường thì cây họ đậu và họ thập tự vẫn thiếu molybden. Lúa, ngô, bông vải là những cây có tính miễn cảm thấp với molybden (bảng 7.2).

**Bảng 7.2: Tính miễn cảm của cây trồng với molybden**

| Miến cảm cao     | Miến cảm trung bình | Miến cảm thấp     |
|------------------|---------------------|-------------------|
| Su lơ (cải bông) | Cải bắp             | Lúa               |
| Xà lách          | Cà chua             | Ngô (bắp)         |
| Đậu Hà Lan       | Đậu nành            | Bông vải          |
| Cỏ ba lá         | Cây có múi          | Khoai tây, cà rốt |
|                  |                     | Nho               |

Nguồn : Lucas và Knezek, 1972; Mortvedt, 1980.

### 7.2.3 Phân tích molybden trong đất

Có nhiều phương pháp xác định molybden hữu hiệu trong đất. Dùng amôn oxalat (pH 3,3) là phương pháp thông dụng nhất để chiết rút Mo hữu hiệu trong đất. Lấy 24,9 gam amôn oxalat + 12,6 gam oxalic axit pha với nước theo tỷ lệ 1/1. Cho đất vào dung dịch này theo tỷ lệ 25/250, lắc trong 10 giờ. Ngưỡng khủng hoảng Mo trong đất xác định bằng phương pháp amôn oxalat (Academia Sinica, 1979) theo 5 mức sau:

|            |                     |
|------------|---------------------|
| Rất thấp   | : > 0,1 ppm Mo      |
| Thấp       | : 0,1 – 0,15 ppm Mo |
| Trung bình | : 0,16 – 0,2 ppm Mo |
| Cao        | : 0,21 – 0,3 ppm Mo |

Rất cao : > 0,3 ppm Mo

Ngưỡng thiếu molybden với cây họ đậu < 0,15 ppm Mo, dưới ngưỡng này cần phải bón phân molybden. Đối với các cây khác, ngưỡng thiếu molybden là 0,1 ppm Mo.

Ngoài amôn oxalat, nước nóng, amôn acetat, NaOH và  $\text{NH}_4\text{F}$  cũng là những chất thường dùng để chiết rút phân tích Mo hữu hiệu trong đất. Tuy nhiên, không có phương pháp nào xác định tuyệt đối chính xác molybden hữu hiệu bởi vì Mo phụ thuộc nhiều vào pH. Xác định molybden hữu hiệu không phải giống như nhau ở tất cả mọi loại đất. Trở ngại lớn nhất là xác định chính xác một lượng nhỏ Mo chiết rút bởi thuốc thử mạnh như amôn oxalat. Cách đơn giản nhất để xác định molybden hữu hiệu một cách tương đối là thông qua pH đất. Nếu pH đất dưới ngưỡng 6–6,5 thì đất đó cần phải bón phân molybden.

## 7.3 MOLYPDEN TRONG CÂY

### 7.3.1 Chức năng của molybden trong cây

Molybden là thành phần thiết yếu của men nitratereductasa và nitrogenasa, chúng kiểm soát quá trình làm giảm nitrat hữu cơ và xúc tiến quá trình cố định đạm ( $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ ) của cây. Molybden cần thiết cho vi khuẩn (rhizobium) cố định đạm cộng sinh ở nốt sần cây họ đậu và azotobacter. Molybden cần thiết cho sự tổng hợp axit ascorbic, có lợi cho quá trình sinh lý của cây. Molybden còn là chất giải độc do thừa Cu, B, Ni, Ca, Mn, Zn gây ra.

### 7.3.2 Hàm lượng molybden trong cây

Trong các cây nông nghiệp Mo biến động khoảng 0,1–2 ppm. Cây họ đậu, su lơ và cải bắp có hàm lượng Mo cao hơn so với các cây khác. Hàm lượng Mo ở rễ cao nhất sau tới ở lá và thấp nhất là thân (Gupta, 1991). Vùng mép và đầu lá hàm lượng Mo thấp hơn ở giữa lá. Mo trong thân lá giảm đi theo tuổi cây và chuyển vào tích lũy trong hạt.

**Bảng 7.3: Hàm lượng molybden trong cây**

| Cây     | Bộ phận cây  | Hàm lượng Mo (ppm) |
|---------|--------------|--------------------|
| Bông    | Lá (65 ngày) | 113                |
| Đậu     | Cây          | 0,4                |
| Cà chua | Lá (5 tuần)  | 0,68               |
| Chanh   | Lá (5 tháng) | 0,23-0,3           |
| Tunips  | Lá (8 tuần)  | 1,2                |

Nguồn : Johnson, 1966.

### 7.3.3 Ngưỡng thiếu molybden trong cây

Mặc dù ngưỡng thiếu molybden có sự khác biệt giữa các loại cây trồng, song đa số đều có sự phản ứng với phân molybden khi hàm lượng Mo < 0,1 ppm. Cây có khả năng chịu được nồng độ Mo khá cao nhưng nếu hàm lượng Mo trong lá > 15 ppm có thể làm cây bị ngộ độc. Theo Evans và Purvis (1951), Anon và Gau (1977-1978), ngưỡng thiếu Mo ở một số cây như sau:

Lúa : 2 ppm

|                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| Ngô                | : 24 ppm        |
| Thuốc lá           | : 4 ppm         |
| Bông               | : 5 ppm         |
| Lúa mạch và lúa mì | : 0,3 – 0,4 ppm |

Tuy nhiên theo Gupta và Lipsett (1981), ngưỡng đủ và thiếu Mo ở một số cây trồng thể hiện ở bảng 7.4.

**Bảng 7.4: Ngưỡng thiếu và đủ molybden ở một số cây**

| Cây      | Bộ phận             | Hàm lượng Mo (ppm) |           |
|----------|---------------------|--------------------|-----------|
|          |                     | Thiếu              | Đủ        |
| Ngô      | Thân                | 0,013–0,11         | 1,4–7,0   |
|          | Lá cờ và lá kế dưới | < 0,1              | > 0,2     |
| Cà chua  | Lá ở 8 tuần tuổi    | 0,13               | 0,68      |
| Su lơ    | Cây trước ra bông   | < 0,11             | 0,56      |
| Cải bắp  | Thân lá khi cuốn    | < 0,26             | 0,68–1,49 |
| Rau diếp | Lá                  | 0,006              | 0,08–0,14 |
| Hành     | Phần trên mặt đất   | 0,06               | 0,1       |
| Củ cải   | Lá                  | 0,01–0,15          | > 0,2     |

Nguồn : Gupta và Lipsett, 1981.

### 7.3.4 Triệu chứng thiếu molybden ở cây trồng

Molybden có liên quan mật thiết tới quá trình chuyển hóa đạm trong cây, do đó sự thiếu molybden cũng có biểu hiện tương tự như thiếu đạm. Ở cây hai lá mầm, thiếu Mo xuất hiện màu xanh vàng ở chóp và mép lá. Vết vàng lan rộng và hoại tử làm lá bị rách dần từ mép lá chỉ còn lại phần gân lá. Ở cây họ đậu, thiếu molybden số nốt



sân tuy nhiều nhưng kích thước nhỏ và chúng có màu xanh hay xám thay vì màu hồng như đầy đủ Mo. Thiếu Mo thường dẫn đến thiếu đạm do khả năng cố định đạm của cây bị hạn chế. Thiếu molybden, cây sinh trưởng phát triển kém, cây còi cọc, xuất hiện nhiều đốm vàng ở giữa các gân của những lá dưới, tiếp đó là hoại tử mép lá.

Ở su lơ (cải bông) lá nhỏ và mỏng, các mô lá bị xoắn lại, héo dần, chỉ còn lại gân giữa của lá và một vài miếng phiến lá nhỏ. Ở cây có múi, thiếu molybden xuất hiện các đốm mất nước ở phần thịt rìa lá sau lan vào gần gân lá. Các đốm này dần chuyển vàng, xám nâu và khô đi.

## 7.4 PHÂN MOLYPĐEN

*Bảng 7.5: Các loại phân molybden thường dùng*

| Loại phân           | Công thức hóa học                                                   | Hàm lượng Mo |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| Natri molybđat      | $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                          | 39 %         |
| Amôn molybđat       | $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 54 %         |
| Amônphotphomolybđat | $(\text{NH}_4)_3(\text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4^-)$           | 61 %         |
| Môlypđen trioxit    | $\text{MoO}_3$                                                      | 66 %         |
| Molybđenit          | $\text{MoS}_2$                                                      | 60 %         |
| Bụi molybđen        | -                                                                   | 2-3 %        |
| Chất hữu cơ         | -                                                                   | 1,5-2 ppm    |
| Tro gỗ              | -                                                                   | 10 ppm       |
| Bột phosphorite     | -                                                                   | 5,6 ppm      |
| KCl                 | -                                                                   | 2,0 ppm      |

Nguồn : Murphy và Wash, 1972; Sivastava và Gupta, 1996.

Natri molyphđat và amôn molyphđat là phân molyphđen có hàm lượng cao và được dùng rộng rãi nhất. Đây là loại phân molyphđen tan tốt trong nước nên được dùng để bón vào đất, phun qua lá hoặc trộn với hạt giống.

Molyphđen trioxit tuy ít tan trong nước nhưng hiệu lực cũng tương đương với natri molyphđat hay amôn molyphđat. Molyphđenit ( $\text{MoS}_2$ ) rất ít tan trong nước và hiệu lực thấp do đó chỉ nên dùng để bón lót vào đất.

## **7.5 SỬ DỤNG PHÂN MOLYPĐEN**

### **7.5.1 Bón vào đất**

- Lượng molyphđen cần bón thường rất nhỏ tùy theo từng loại cây, loại đất và nguồn phân Mo. Lượng bón 50–100g Mo/ha thích hợp cho hầu hết cây nông nghiệp trong khi 70–200g Mo/ha thích hợp với cây họ đậu và 400g Mo/ha thích hợp cho một số loại rau họ thập tự như sulơ.

- Phân molyphđen có thể dùng để bón rải đều trên mặt đất, bón theo hàng, theo hốc hay trộn vào hạt giống trước khi gieo. Một lần bón có thể có hiệu lực ngay đối với 1 số loại cây trồng, tuy nhiên đối với các cây rau thuộc họ thập tự cần phải bón vài lần, đặc biệt là sulơ và cải bắp.

### **7.5.2 Bón qua lá**

- Phun phân molyphđen qua lá khắc phục được tình trạng thiếu Mo. Dung dịch phun cần có nồng độ 0,1–0,3% muối Mo tan trong nước. Amôn molyphđat hay natri

môlipđat là những loại phân molybđen dùng phun lá rất hiệu quả.

- Thời kỳ phun rất quan trọng, nó ảnh hưởng tới hiệu lực của phân Mo. Đối với cây họ đậu, phun vào thời kỳ cây cao khoảng 20 cm, trước trổ hoa hay bắt đầu đâm tia thì có hiệu lực cao, song nếu phun muộn hơn thì hiệu lực sẽ thấp.

### **7.5.3 Tắm vào hạt giống**

- Phân molybđen thường được trộn vào hạt giống khi gieo vì lượng phân Mo cần sử dụng rất ít nên trộn vào hạt sẽ đảm bảo được sự đồng đều hơn so với bón vào đất. Mặt khác trộn phân molybđen cùng với hạt giống cũng làm giảm bớt sự cố định của đất so với phương pháp bón vào đất nên hiệu lực thường cao hơn. Với các cây họ đậu biện pháp trộn vào hạt có hiệu quả cao. Liều lượng thích hợp dùng để trộn vào hạt giống cây họ đậu từ 7-35 gam Mo/ha. Với các loại cây khác lượng phân 50-100g Mo trộn với lượng hạt giống đủ gieo cho 1 ha, nếu trộn lượng quá lớn dễ dẫn tới ngộ độc cho hạt và cây non.

- Để trộn phân molybđen với hạt giống cần hòa tan phân Mo trong nước ở dạng lỏng hoặc dạng sệt rồi tưới và đảo đều. Nếu trộn phân Mo ở dạng bột thì hiệu lực rất thấp.

- Ngoài cách trộn, có thể hòa tan phân Mo rồi phun cho hạt giống hay phun ngay vào hốc, vào hàng khi gieo hạt hoặc tưới khi cây đã mọc. Nồng độ pha 30-100g phân Mo/2 lít nước phun cho số lượng hạt giống đủ gieo cho 1 ha.

## 7.6 KHẮC PHỤC NGỘ ĐỘC MOLYPĐEN

Ngộ độc molypđen có thể do đất giàu Mo hay do bón quá nhiều phân molypđen. Khi cây tích lũy quá nhiều Mo thì xuất hiện triệu chứng ngộ độc molypđen. Dư thừa Mo làm giảm hoạt động của men nitratreductase và suy yếu chức năng trao đổi chất. Ngộ độc Mo làm lá cây chuyển vàng đậm đến xanh tím. Khắc phục ngộ độc Mo bằng cách bón thạch cao (gypsun) hay các loại phân có chứa S. Chính  $\text{SO}_4^{2-}$  làm giảm khả năng hút Mo và giảm nồng độ molypđen trong cây, giảm ngộ độc.

## 7.7 HIỆU LỰC CỦA PHÂN MO ĐỐI VỚI CÂY TRỒNG

Kết quả nghiên cứu của Ravi (1985) cho thấy hồ rế mạ trong dung dịch  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  nồng độ 1% sau đó phun qua lá  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  nồng độ 1% vào thời kỳ 20–40 ngày sau cấy đã làm tăng chỉ số diện tích lá (LAI), tăng số nhánh và năng suất chất khô so với đối chứng. Công thức được xử lý phân Mo thu được năng suất 3920 kg/ha (tăng 9,5%) so với 3580 kg/ha thu được ở công thức đối chứng.

Đối với ngô, kết quả nghiên cứu của Shivashankar và đồng sự (1978) cho thấy trộn 8 gam  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  với 1 kg hạt giống đã làm tăng năng suất thêm 300–400 kg/ha. Công thức trộn 4 gam  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  với 1 kg hạt giống đã thu được 2790 kg/ha so với 2220 kg/ha ở công thức đối chứng (tức phân Mo làm tăng năng suất 25,68%). Kết quả nghiên cứu của Thimmegowda (1990) cũng cho thấy phân

Mo làm năng suất tăng thêm 50–100 kg bắp hạt so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu được công bố bởi Shivashanka và đồng sự (1990) cho thấy trộn 4 gam và 8 gam  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  với 1 kg hạt giống đã làm tăng năng suất lạc 3,55–29,59% và năng suất đậu nành 21,46–26,18% so với đối chứng (bảng 7.6). Nghiên cứu của Geethakumari (1989) cho thấy bón phân Mo đã làm tăng năng suất đậu nành 9,09–11,7% so với đối chứng. Đối với thuốc lá, bón 1,12–2,24 kg  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /ha đã làm tăng năng suất 2,72–7,4% so với đối chứng (Sims và đồng sự, 1983). Đối với cây kê, kết quả nghiên cứu của Lakshiminara Simhaiah (1985) cho thấy trộn 4 gam  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  với 1 kg hạt giống đã làm năng suất tăng 28,55% (từ 2305 kg/ha ở đối chứng lên 2963 kg/ha ở công thức tẩm Mo). Thí nghiệm với liều lượng tương tự cho thấy năng suất tăng 9,25% so với đối chứng (Geethakumari 1989).

Kết quả nghiên cứu được Gupta công bố năm 1979 cho thấy bón phân Mo bằng cánh tẩm vào hạt giống, phun qua lá hay bón vào đất đều tăng năng suất chất khô của cây cỏ đuôi mèo (*Phleum Pratense* L. Climax) từ 5,66–15,24% so với đối chứng (bảng 7.7).

Kết quả nghiên cứu ở Úc cho thấy bón kết hợp với phân molybden ở liều lượng 140 gam  $\text{MoO}_3$ /ha đã làm tăng năng suất cỏ ba lá từ 77,73–106,7% so với đối chứng (bảng 7.8). Theo báo cáo của Riley, 1987 có tới 3 triệu ha lúa mì ở vùng miền Tây nước Úc bị thiếu molybden. Lượng bón 75 gam Mo/ha đã được khuyến cáo cho một số điểm

bón và thu được hiệu quả cao.

**Bảng 7.6: Ảnh hưởng của phân Mo đến năng suất lạc và đậu nành**

| Công thức                                                               | Năng suất<br>(kg/ha) | Tăng năng suất (%) |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Lạc</b>                                                              |                      |                    |
| Đối chứng                                                               | 1,69                 | -                  |
| 4 g $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /1 kg hạt giống | 1,75                 | 3,55               |
| 8 g $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /1 kg hạt giống | 2,19                 | 29,59              |
| <b>Đậu nành</b>                                                         |                      |                    |
| Đối chứng                                                               | 2,33                 | -                  |
| 4 g $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /1 kg hạt giống | 2,83                 | 21,46              |
| 8 g $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ /1 kg hạt giống | 2,94                 | 26,18              |

Nguồn : Shivahanka và Shivaramu, 1990.

**Bảng 7.7: Ảnh hưởng của molybden đến năng suất cỏ đuôi mèo (*Phleum Pratense* L. Climax)**

| Công thức     | Lượng Mo<br>(kg/ha) | Năng suất chất khô<br>(kg/ha) | Tăng năng suất (%) |
|---------------|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Đối chứng     | 0                   | 7873                          | -                  |
| Tẩm hạt giống | 0,11                | 8426                          | 7,02               |
| Phun lá       | 0,11                | 9073                          | 15,24              |
| Bón vào đất   | 0,44                | 8319                          | 5,66               |

Nguồn : Gupta, 1979.

Phun hỗn hợp (Mo + B + Zn + Cu) pH 4,8–5,5 và lực ion 0,01–0,015 đã làm tăng năng suất lạc củ 9,1% và lạc nhân 21,1% so với đối chứng. Một nghiên cứu khác của Nguyễn Tấn Lê và đồng sự (1992) với lạc cho thấy xử lý hạt lạc trước khi gieo và phun riêng rẽ amôn molybđat nồng độ 0,05% và boric axit 0,03% hay phối hợp cả hai loại phân này đều đã làm tăng năng suất lạc củ có ý nghĩa so với đối chứng với mức tăng 8,34–10,25% ở công thức phun riêng và 12,58–14,03 % ở công thức phun hỗn hợp. Hàm lượng axit hữu cơ, lipid và protein của lạc nhân ở công thức được phun phân bo hay molybden đều tăng đáng kể so với đối chứng. Nghiên cứu hiệu lực của phân molybden trên cây lạc trồng trên đất bạc màu Hà Bắc của Nguyễn Văn Sức (1996) cho thấy xử lý hạt giống bằng amôn molybđat 1% trước khi gieo đã làm tăng khả năng chống chịu của cây lạc với điều kiện bất lợi về độ ẩm, tăng năng suất lạc củ 15,38–22,04% so với đối chứng. Nguyễn Quang Vinh và Nguyễn Văn Mùi (1984) khi nghiên cứu hiệu lực của molybden đối với đậu xanh đã kết luận, ngâm hạt giống đậu xanh trong dung dịch  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$  nồng độ 0,025% trong 1 giờ đã làm tăng năng suất 48% so với đối chứng.

Nghiên cứu trên cà rốt của Nguyễn Đình Mạnh và Đặng Văn Hồng (1988) cũng cho thấy phun hỗn hợp (Mo + B + Zn + Cu) đã làm tăng tỷ lệ củ to đạt tiêu chuẩn xuất khẩu, tăng năng suất củ từ 10–20% so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu của Trần Thị Áng (1995) cho thấy phân molybden đã làm tăng năng suất cà chua 16%, tăng hàm lượng vitamin

C 6% và  $\beta$ -caroten 10% trong quả so với đối chứng.

Kết quả nghiên cứu của Kẹo Vivon Ut Tha Chác và đồng sự (1994) cho thấy phun phân Mo qua lá với nồng độ 0,05% Mo cho cam Sunkist đã làm tăng tỷ lệ đậu quả, giảm tỷ lệ rụng quả, tăng năng suất thực thu 16,76% so với đối chứng đồng thời tăng hàm lượng đường và vitamin C trong quả. Phun hỗn hợp (Zn + B + Mo) đã làm tăng năng suất thực thu 8,33% so với đối chứng.



# Chương 8

## CLO

Năm 1954, Boyer và đồng sự đã phát hiện ra rằng clo là nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu với cây trồng. Các công trình nghiên cứu về dinh dưỡng clo với cây trồng được nhiều nhà khoa học thực hiện như Johnson (1957), Eaton (1966), Flowers (1988) và Fixen (1993). Năm 1956, clo cũng được xác định là nguyên tố thiết yếu với động vật. Clo chiếm 0,05% lớp vỏ trái đất và 1,89% trong nước biển. Clo được phân bố rộng rãi trong tự nhiên do nước bốc hơi từ biển và đem theo trong nước mưa. Hàm lượng clo trong nước mưa biến động khá lớn tùy theo khoảng cách từ biển và mức độ hoạt động công nghiệp của con người. Hàm lượng  $\text{Cl}^-$  trung bình trong nước mưa đạt tới 750 ppm đã được phát hiện ở các đảo thuộc Scotland, nhưng ở cách đó 10 km chỉ đạt 137 ppm và đạt 0,3 ppm ở các vùng xa hơn.

### 8.1 CLO TRONG ĐẤT

Hàm lượng clo tổng số trong đất dao động trong khoảng 5–800 ppm và trung bình 100 ppm. Đất mặn và mặn kiềm thường giàu clo trong khi đất cát bị rửa trôi nhiều nghèo Mo. Trong đất, clo tồn tại ở dạng muối  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$  và  $\text{CaCl}_2$ . Các muối này tan tốt trong dung dịch đất để tạo thành các ion  $\text{Cl}^-$ . Ion  $\text{Cl}^-$  rất di động trong đất và phụ thuộc

nhiều vào độ pH.  $\text{Cl}^-$  cũng dễ dàng bị rửa trôi khỏi đất quanh vùng rễ cây trồng.

Lượng clo trong dung dịch đất dao động khá lớn và tổng lượng thường nằm trong khoảng 100–1000 kg  $\text{Cl}^-$  /ha. Đất không bị mặn và thoát nước tốt có hàm lượng clo từ 0,5–35 ppm Cl. Clo tích lũy trong đất bị ảnh hưởng bởi tuần hoàn muối từ biển, nước tưới giàu clo và điều kiện tưới tiêu nước. Lượng clo cung cấp hàng năm 13–39 kg/ha/năm.

Hàm lượng 2ppm  $\text{Cl}^-$  là ngưỡng thiếu Cl với hầu hết các loại cây trồng. Trong thực tế, những vùng đất cát xa biển hầu như thiếu clo. Ở các vùng đất khác, tình trạng thiếu clo không phổ biến. Vùng đất nhiễm mặn ở ven biển không những không thiếu clo mà có thể còn dư thừa clo gây ngộ độc với cây trồng.

## **8.2 CLO TRONG CÂY**

### **8.2.1 Chức năng của clo trong cây**

Clo có nhiều chức năng quan trọng trong cây và cần thiết cho sự di chuyển chất lỏng trong cây. Clo có vai trò thiết yếu trong phản ứng quang hợp của cây trồng. Clo là thành phần của các axit auxin chloindole-3 acetic; amylasa; asparagine synthetate và ATP. Clo là thành phần của nhiều hợp chất tìm thấy trong vi khuẩn và nấm. Clo có tác dụng kích thích sự hoạt động của một số enzym và ảnh hưởng đến sự chuyển hóa hydrat carbon và khả năng giữ nước của mô thực vật và khả năng phân chia tế bào. Chức năng

không đặc trưng của clo là làm tăng áp suất thẩm thấu qua màng tế bào và hút nước của cây trồng. Clo có tác dụng giảm bớt tình trạng sâu bệnh ở cây trồng.

### 8.2.2 Hàm lượng clo trong cây

Hàm lượng clo trong cây dao động từ 0,015-5,5% chất khô. Clo là nguyên tố ít di động nên hàm lượng Cl trong các lá già cao hơn so với lá non. Hàm lượng clo trong lá và chồi cao hơn so với rễ. Nhu cầu clo của cây trồng khoảng trên 6 kg Cl/ha/vụ.

Triệu chứng thiếu clo xuất hiện ở các bộ phận non của cây. Ban đầu đỉnh sinh trưởng và lá non bị héo, ủa vàng lá sau chuyển màu đồng thau và chết khô. Khi ngộ độc clo, chóp lá và mép lá bị khô, lá nhỏ, một số trường hợp lá mất màu. Ngộ độc clo thường xuất hiện ở các vùng đất mặn ven biển.

### 8.3 CHẨN ĐOÁN CLO TRONG ĐẤT VÀ CÂY TRỒNG

Trên cơ sở nghiên cứu các thí nghiệm đồng ruộng trong 5 năm ở 36 điểm, Fixen và đồng sự (1987) đưa ra ngưỡng chẩn đoán clo hữu hiệu tan trong nước hoặc chất chiết  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  ở độ sâu tầng đất 60 cm, như sau:

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| 0–33,6 kg Cl/ha    | : Nghèo clo  |
| 34,7–67,2 kg Cl/ha | : Trung bình |
| > 67,2 kg Cl/ha    | : Giàu clo   |

Báo cáo của Wehrmann và đồng sự (1985) cho thấy hàm lượng clo trong đất  $> 435 \text{ kg/ha}$  đã làm giảm năng suất rau Spinach. Theo Clarkson và Hanson (1980), hàm lượng clo trong cây từ  $0,07\text{--}0,71 \text{ ppm}$  sẽ dẫn đến triệu chứng thiếu clo. Ngược lại hàm lượng clo  $0,5\text{--}2\%$  trong các cây mẫn cảm là chỉ số gây ngộ độc clo mặc dù với cây không mẫn cảm ngưỡng  $> 4\%$  clo mới gây ngộ độc. So với thiếu clo, tình trạng ngộ độc ít xảy ra do clo bị rửa trôi khá mạnh. Khi bị ngộ độc cho có thể khắc phục bằng cách cho nước ngọt vào ngâm đất sau đó xả nước để rửa trôi clo.

## **8.4 PHÂN CLO VÀ SỬ DỤNG PHÂN CLO**

Clo thường có trong hợp phần của một số phân vô cơ khác như kali clorua hay amôn clorua (bảng 8.1). Trong các hợp chất hữu cơ và trong nước tưới có một lượng clo đáng kể. Trung bình cây trồng cần  $1\text{--}8 \text{ kg Cl/ha}$  cho sự sinh trưởng, phát triển tối ưu mặc dù với đất bị rửa trôi mạnh lượng  $22 \text{ kg Cl/ha}$  là lượng bón cần thiết.

Trong thực tế, phân KCl được sử dụng nhiều nên tình trạng thiếu clo ít khi xảy ra chỉ trừ với những cây có nhu cầu clo cao như dừa và cọ dầu. Clo bị rửa trôi nhanh, ít tích lũy lại trong đất nên trừ đất mặn, các loại đất khác hiếm khi gặp trường hợp ngộ độc clo.

Hiện tại ở Việt Nam, tình trạng thiếu hoặc thừa clo chưa đặt thành vấn đề quan tâm nhiều. Tuy nhiên với cây dừa và cọ dầu cần phải bón phân có chứa clo. Đối với dừa

trồng trên các vùng đất xa biển, đất đỏ và đất xám thường ít có quả do thiếu clo. Để khắc phục tình trạng này có thể bón muối ăn (NaCl) vào ngọn, thân hay gốc. Thuộc lá, sấu riêng, khoai tây là những cây mẫn cảm với clo nên cần hạn chế dùng phân có clo, đặc biệt là các giai đoạn cây trưởng thành, sắp thu hoạch. .

**Bảng 8.1: Các loại phân có chứa clo thường dùng**

| Tên gọi      | Công thức hóa học      | Hàm lượng Cl (%) |
|--------------|------------------------|------------------|
| Amôn clorua  | $\text{NH}_4\text{Cl}$ | 66               |
| Canxi clorua | $\text{CaCl}_2$        | 65               |
| Magiê clorua | $\text{MgCl}_2$        | 74               |
| Kaliclorua   | KCl                    | 47               |
| Natrichorua  | NaCl                   | 60               |

Nguồn : Samuel và đồng sự, 1993.

## 8.5 HIỆU LỰC CỦA PHÂN CLO VỚI CÂY TRỒNG

Kết quả nghiên cứu của Ismunadji và đồng sự (1990) ở Java-Indonesia cho thấy bón clo ở dạng KCl làm giảm tình trạng thối thân và bạc lá ở lúa đồng thời tăng năng suất 15-34% so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu ở Mỹ cũng cho thấy bón phân clo đã làm giảm bệnh thối thân ở ngô. Nghiên cứu của Magat và đồng sự (1979) cho kết quả, bón phân clo cho dừa hàng năm với lượng 0,8 kg Cl/cây trong 5 năm đầu đã làm tăng sản lượng dừa trái và cùi dừa trong 5 năm tiếp theo so với đối chứng.

Ở Ấn Độ, bón phân clo đã khắc phục được bệnh lùn trên cây kê (Fixen, 1978; Beaton và đồng sự, 1990). Kết quả nghiên cứu hiệu lực của phân clo với lúa mì được thực hiện bởi Chistensen và đồng sự (1981) thể hiện ở bảng 8.2 cho thấy, bón clo ở dạng  $\text{NH}_4\text{Cl}$  với lượng 355 kg Cl/ha đã làm tăng năng suất lúa mì vụ đông 11,5–14,4% so với đối chứng. Kết quả nghiên cứu của Gerwing và đồng sự (1983) cho thấy với lượng bón 85 kg Cl/ha làm tăng năng suất lúa mì 9,39–12,53%. Tương tự, nghiên cứu của Petrie (1983) cho kết quả lượng bón 100–350 kg/ha làm tăng năng suất lúa mì 11,5–11,9% so với đối chứng. Đối với cây cà rốt, nghiên cứu của Saskatchewan (1982); Rennie và đồng sự (1983) ở bảng 8.3 cho kết quả bón phân KCl đã làm tăng năng suất 25,05% so với bón  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ở cùng một lượng kali.

**Bảng 8.2: Ảnh hưởng của phân clo tới năng suất lúa mì vụ mùa khô**

| Công thức                                 | N<br>(kg/ha) | Cl<br>(kg/ha) | Năng suất<br>(kg/ha) | Tăng năng suất<br>(%) |
|-------------------------------------------|--------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$              | 135          | 0             | 5640                 | -                     |
| $\text{NH}_4\text{Cl}$                    | 135          | 342           | 6450                 | 14,4                  |
| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$              | 140          | 0             | 5420                 | -                     |
| $\text{NH}_4\text{Cl}$                    | 140          | 355           | 7570                 | 39,7                  |
| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$              | 140          | 0             | 6720                 | -                     |
| $\text{NH}_4\text{Cl}$                    | 140          | 355           | 7490                 | 11,5                  |
| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{KCl}$ | 140          | 101           | 7530                 | 12,1                  |

Nguồn : Chistensen và đồng sự, 1981.

**Bảng 8.3: Ảnh hưởng của phân clo đến năng suất cà rốt**

| <b>Công thức</b>               | <b>Lượng K<sub>2</sub>O<br/>(kg/ha)</b> | <b>Năng suất<br/>(kg/ha)</b> | <b>Tăng năng<br/>suất so K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> |
|--------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Không kali                     | 0                                       | 1881                         | -                                                        |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 25                                      | 1892                         | -                                                        |
| KCl                            | 25                                      | 2366                         | 25,05                                                    |

**Nguồn :** Saskatchewan, 1982 và Rennie và đồng sự, 1983

Ở vùng nhiệt đới, một số nghiên cứu bón clo cho cọ dầu và dừa đã làm thúc đẩy sinh trưởng phát triển và tăng suất so với đối chứng. Ở Bắc Mỹ, nhiều kết quả nghiên cứu đã chứng tỏ bón phân clo cho lúa mì và lúa mạch đã làm tăng năng suất đáng kể so với đối chứng không bón Cl.

# Chương 9

## COBAN

### 9.1 COBAN TRONG ĐẤT

#### 9.1.1 Hàm lượng coban trong đất

Coban (Co) được xác định là nguyên tố siêu vi lượng thiết yếu cho cây họ đậu và vi khuẩn vào năm 1959 bởi Ahmed và Evans tuy trước đó vào năm 1935 coban đã được coi là thiết yếu với động vật ăn cỏ. Co có khối lượng nguyên tử 58,93. Trong tự nhiên coban tồn tại trong các khoáng ferromagnesian (Mitchell 1972). Theo McLaren và đồng sự (1986), coban cũng hiện diện trong các tinh thể oxit. Coban có thể thay thế đồng hình cho  $Fe^{2+}$  trong các phiến lattice của oxit và hydroxit sắt. Quá trình phong hóa các khoáng trong đất giải phóng ra coban ở dạng trao đổi hoặc phức Co-hữu cơ. Trong phẫu diện đất, coban tích lũy nhiều ở tầng mặt nơi có hàm lượng hữu cơ cao. Tuy nhiên với các đất rửa trôi mạnh, coban bị rửa trôi cũng tích lũy lại ở tầng dưới cùng với sự tích lũy sét trong các tầng đất này.

Hàm lượng coban tổng số trong đất biến động từ 0,05–300 ppm tùy theo đá mẹ và điều kiện thời tiết. Đất rửa trôi nhiều như đất podzols, đất cát, đất có nguồn gốc núi lửa và đất phát triển trên đá vôi nghèo coban. Đất đen, đất giàu hữu cơ thường có hàm lượng coban khá. Hàm



lượng coban hữu hiệu trong hầu hết các loại đất đều thấp. Tình trạng thiếu coban ở cây trồng thường xảy ra là do:

- pH đất từ trung tính đến kiềm.
- Quá trình rửa trôi trong đất xảy ra mạnh mẽ.
- Đất phát triển trên đá núi lửa.
- Co tổng số < 5 ppm; Co hữu hiệu < 0,1 ppm.

**Bảng 9.1: Hàm lượng Co ở một số đất New England-Mỹ**

| Thành phần cơ<br>giới đất | Đất đồi trắng<br>trên granit | Đất phát triển<br>trên các đá khác |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Đất cát, cát pha          | 2,7                          | 6,1                                |
| Cát pha – thịt nhẹ        | 2,9                          | 5,0                                |
| Thịt trung bình           | 2,5                          | 4,4                                |
| Thịt nặng                 | 7,2                          | 13,3                               |

Nguồn : Kubota và Allaway, 1964.

Coban hữu hiệu trong đất phụ thuộc hàm lượng sét, hữu cơ, pH, canxi carbonate, sesquioxide và độ ẩm đất. Coban tồn tại nhiều trong các khoáng sét, đất có cấu trúc tốt, nhiều sét có hàm lượng coban cao hơn đất có kết cấu xấu. Coban tồn tại trong các hợp chất hữu cơ. Coban bị hấp phụ bởi axit humic tạo thành các phức Co-Humix, nhưng các phức này cũng dễ dàng phân hủy để cung cấp Co cho cây. Ở đất chua, hàm lượng coban hữu hiệu cao, tuy nhiên đất chua mà có kết cấu kém, lượng mưa nhiều cũng có thể thiếu coban do bị rửa trôi mạnh. Coban bị hấp phụ mạnh bởi  $\text{CaCO}_3$  nên đất kiềm thường nghèo coban hữu hiệu.

Bón vôi cũng làm giảm coban hữu hiệu trong đất. Coban cũng bị hấp phụ mạnh bởi các sesquioxide như mangan oxit, sắt oxit. Chính sự hấp phụ này làm giảm coban hữu hiệu trong đất. Coban dễ bị rửa trôi nên đất thoát nước kém thường giàu coban hơn đất thoát nước tốt.

### **9.1.2 Chẩn đoán coban trong đất**

Để xác định coban hữu hiệu trong đất có thể áp dụng bằng phương pháp axit Axetic, EDTA, amôn acetat hay HCl.

Phương pháp axit axetic: Axit axetic 2,5%; pH 2,5 (5 gam đất + 25 ml axit axetic lắc trong 1 giờ).

Phương pháp EDTA: EDTA 0,05 M; pH 7 (10 gam đất + 59 ml EDTA, lắc trong 1 giờ).

Phương pháp amôn acetat: Amôn acetat 1 N; pH 7 (5 gam đất + 25 ml amôn acetat, lắc trong 1 giờ).

Phương pháp axit clohydric: HCl 0,1 N (5 gam đất + 25 ml axit HCl, lắc trong 1 giờ).

Cơ sở để chẩn đoán coban trong đất là dựa vào coban tổng số và coban hữu hiệu trong đất. Thông thường coban tổng số trong đất dưới 5 ppm thì đất đó không đáp ứng đủ coban cho cây trồng. Theo McLaren và đồng sự, (1986), nếu hàm lượng coban hữu hiệu  $< 0,1$  ppm (phân tích bằng phương pháp axit axetic) thì đất thiếu coban.

## **9.2 COBAN TRONG CÂY**

### **9.2.1 Chức năng của coban trong cây**

Coban là nguyên tố rất cần thiết cho quá trình cố định đạm của cây. Thiếu Co, quá trình cố định đạm bị ngưng trệ. Các cây họ đậu có nhu cầu cao về Co, đặc biệt khi lượng bón đạm thấp. Nếu đủ coban, quá trình cố định đạm xảy ra thuận lợi, cây sinh trưởng và phát triển tốt. Coban có mặt trong các men cobamide coenzyme cần thiết cho các phản ứng oxi hóa khử và trao đổi chất trong cây.

Thiếu coban ở cỏ cũng ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của gia súc. Một số bệnh ở gia súc ăn cỏ đã được phát hiện là do thiếu coban trong cỏ gây nên.

### **9.2.2 Hàm lượng coban trong cây**

Hàm lượng coban trong cây thường thấp là do coban trong đất thấp. Hầu hết các cây trồng đều có hàm lượng Co trong chất khô  $< 1$  ppm. Hàm lượng coban trong các cây họ đậu thường cao hơn cỏ chăn nuôi và các cây trồng khác. Nhiều công trình nghiên cứu đã xác định rằng ngưỡng thiếu coban trong cỏ chăn nuôi là 0,08 ppm, dưới ngưỡng này gia súc sẽ bị ảnh hưởng. Một số tác giả khác cho rằng ngưỡng thiếu Co ở cây họ đậu và cỏ thức ăn gia súc là 0,07 ppm. Ngưỡng ngộ độc coban ở đa số các loại cây trồng là 15 ppm. Tuy nhiên cũng có sự ngoại lệ là 10–15 ppm ở cây có múi hay tới 1000 ppm ở cây đậu đen vùng đầm lầy.

### 9.2.3 Triệu chứng thiếu coban ở cây trồng

Triệu chứng thiếu coban ít được đề cập so với các vi lượng khác. Thiếu coban cây còi cọc, chậm phát triển, lá chuyển vàng đặc biệt là các lá non. Ở cây họ đậu, thiếu coban làm số nốt sần giảm, lá chuyển vàng, bản lá cong, lá già cuộn lại. Thiếu coban, khả năng cố định đạm của cây giảm. Ở cây cao su, triệu chứng thiếu coban không thể hiện rõ trên lá nhưng sự phát triển của cây giảm, đặc biệt rễ kém phát triển. Coban liên quan đến quá trình tổng hợp và chuyển hóa vitamin B<sub>12</sub> nên khi cỏ thiếu coban sẽ ảnh hưởng đến chất lượng thịt và sữa ở động vật nhai lại. Cỏ có khả năng thế chỗ các cation vi lượng khác nên thừa coban cũng gây ngộ độc làm lá non chuyển vàng, khô mép lá.

**Bảng 9.2: Hàm lượng coban trong một số loại cỏ ở Mỹ**

| Cây                       | Hàm lượng trung bình (ppm) |
|---------------------------|----------------------------|
| <b>Cỏ họ đậu</b>          |                            |
| Alfalfa                   | 0,18                       |
| Cỏ ba lá – Alsike         | 0,27                       |
| Cỏ ba lá – Ladino         | 0,17                       |
| Cỏ ba lá đỏ – Red         | 0,15                       |
| <b>Trung bình</b>         | <b>0,18</b>                |
| <b>Cỏ hòa thảo</b>        | 0,10                       |
| Cỏ xanh dương (Bluegrass) | 0,04                       |
| Cỏ xanh nâu (Bromegrass)  | 0,08                       |
| Cỏ vườn (Orchardgrass)    | 0,04                       |
| Cỏ Timothy (Timothy)      | 0,08                       |
| <b>Trung bình</b>         | <b>0,07</b>                |

Nguồn : Kubota và Allaway, 1964.

Ở cây họ đậu, ngưỡng thiếu Co trong khoảng 0,02–0,04 mg Co/kg chất khô ở chồi non (Robson và đồng sự, 1979). Theo Srivastava và Gupta (1996), hàm lượng Co từ 0,03–0,07 mg/kg chất khô ở cỏ hay 0,05–0,1 mg/kg chất khô ở cây họ đậu là thiếu coban cho động vật nhai lại. Hàm lượng coban tổng số khoảng 11 mg/kg chất khô ở lá cây có mùi và 19–32 mg/kg chất khô ở cỏ Su Đăng là xuất hiện triệu chứng ngộ độc coban. Nếu hàm lượng Co ở cỏ hòa thảo > 60 mg/kg là rất nguy hiểm cho gia súc.

### 9.3 PHÂN COBAN

Coban sunfat ( $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) có 21% Co là nguồn phân coban phổ biến và được dùng rộng rãi nhất. Phức coban (Co-EDTA) có hiệu lực cao hơn so với coban sunfat nếu sử dụng trên đất kiềm. Các khoáng chất chứa coban như limonite, đá vôi, đá serpentine và phân supe phốt phát có thể cung cấp một lượng coban đáng kể. Một số tàn dư thực vật, phân hữu cơ cũng có chứa coban nên khi bón các chất này cũng đồng thời cung cấp coban cho cây.

### 9.4 SỬ DỤNG PHÂN COBAN

Lượng bón thích hợp với coban sunfat từ 0,06–0,24 kg Co/ha. Bón một lần nhưng hiệu lực có thể kéo dài 1–5 năm tùy theo lượng coban sử dụng, lượng mưa và chế độ mưa. Thời kỳ bón phân Co tốt nhất là bón lót. Đối với đồng cỏ thức ăn gia súc, lượng phân coban cần bón từ 1–2 kg

Co/ha ở dạng coban clorua hay coban sunfat. Phun qua lá hoặc trộn với hạt giống cũng là biện pháp sử dụng phân coban có hiệu quả.

## 9.5 HIỆU LỰC CỦA PHÂN COBAN VỚI CÂY TRỒNG

Đối với củ cải đường, thí nghiệm của Yagodin và Stupakova (1988) cho thấy phun qua lá phân  $\text{CoSO}_4$  nồng độ 0,05% hay trộn hạt giống với  $\text{CoSO}_4$  nồng độ 0,1% trong 3 giờ đã làm tăng năng suất củ và đường so với đối chứng. Phun phân coban sunfat ở nồng độ 0,001–0,5 gam/2 lít nước đã làm tăng năng suất nho 20% so với đối chứng (Dobroljubskij, 1956). Kết quả nghiên cứu hiệu lực của phân coban với cây nho được thực hiện bởi Martin và đồng sự (1967) cho thấy, bón 1 hoặc 2 lần hỗn hợp (Co + B) đã làm tăng năng suất 30% so với đối chứng. Phun qua lá hỗn hợp (Co + B + Mn) 1 lần làm tăng năng suất 25% trong khi phun 2 lần năng suất tăng 26,3% so với đối chứng.

Trong thực tế ngộ độc coban ít được đề cập, song nếu bón nhiều bùn cống hay trồng trên đất có nguồn nước thải dễ ngộ độc coban. Bón phân lân, phun phân sắt, mangan hay kẽm đều ngăn ngừa và khắc phục được ngộ độc coban với cây trồng.

# Chương 10

## SELEN

Selen là nguyên tố ít được biết đến, chỉ đến năm 1957 selen mới được chứng minh là nguyên tố thiết yếu với gia súc. Mặc dù selen chưa được sử dụng rộng rãi cho con người nhưng theo Xiaoshu Chen (1980), 17 năm trước đó ở Trung Quốc đã có thí nghiệm lớn với 46.000 trẻ em được cung cấp selen trong khẩu phần ăn để ngăn ngừa bệnh “Keshan” với mức cung cấp 10–15  $\mu\text{g}$  Se/ngày. Theo Shorrocks (1991), sự kiện gây xôn xao thế giới là sự phát hiện ra lượng cung cấp selen quá thấp ở Phần Lan và New Zealand. Cùng thời gian này nhiều nghiên cứu đã kết luận rằng có sự liên quan giữa tình trạng thiếu selen với bệnh ung thư và bệnh tim mạch ở Phần Lan. Chính vì vậy Phần Lan quyết định cho selen vào tất cả các loại phân bón NPK và NP bắt đầu từ mùa thu năm 1984 cùng với sự theo dõi và ghi nhận hàm lượng selen trong bữa ăn. Kết quả tổng kết cho thấy có sự gia tăng hàm lượng selen trong bữa ăn với mức 15  $\mu\text{g}$  Se/ngày.

Theo Kim Thoa (2004), các nhà khoa học ở Anh đã phát hiện ra rằng hiện nay lượng selen mà đàn ông ăn vào chỉ bằng một nửa so với trước đây. Họ đã nghiên cứu và sản xuất thành công một loại phân bón có tác dụng làm tăng hàm lượng selen trong lúa mì. Bánh mì làm từ loại lúa mì

này có tác dụng làm tăng chất lượng tinh dịch, tăng khả năng thụ tinh ở người.

## **10.1 SELEN TRONG ĐẤT**

### **10.1.1 Hàm lượng selen trong đất**

Selen (Se) là một nguyên tố á kim có ích đối với cây trồng và là nguyên tố thiết yếu với động vật cũng như con người. Thiếu selen gây lên những rối loạn chức năng và sinh ra bệnh tật rất nguy hiểm nhưng thừa selen lại gây ngộ độc. Selen có tính chất tương tự như lưu huỳnh. Selen là một nguyên tố đa hóa trị, trong tự nhiên selen tồn tại ở hóa trị -2; 0; +2; +4 và +6.

Hàm lượng selen tổng số trong đất thường biến động từ 0,1–10 ppm nhưng có trường hợp cao tới 1200 ppm cũng đã được phát hiện (Aubert và Pinta, 1977). Hàm lượng selen tổng số trong đất phụ thuộc vào đá mẹ và các quá trình thổ nhưỡng xảy ra trong đất. Đất phát triển trên đá trầm tích (đá phiến, phiến sét giàu hữu cơ) rất giàu selen. Ngộ độc selen thường xảy ra trên đất kiềm thuộc vùng khô hạn và bán khô hạn nơi lượng mưa thấp. Đất ít rửa trôi và giàu hữu cơ cũng tích lũy selen có thể gây ngộ độc. Ngược lại, đất chua phát triển trên đá phun xuất thường nghèo selen và không đáp ứng đủ nhu cầu selen của cây. Trong phẫu diện đất, selen tích lũy nhiều nhất ở tầng đất mặt và giảm đi ở các tầng sâu. Mặc dù vậy, hàm lượng selen cũng có thể tăng ở các tầng dưới nếu sự tích tụ sét ở các tầng dưới cao hơn so với các tầng mặt.



### 10.1.2 Dạng selen trong đất

- Selen nguyên tố ( $\text{Se}^0$ ): Dạng này chiếm tỷ lệ rất nhỏ, nó là kết quả khử  $\text{SeO}_3^{2-}$  hoặc  $\text{SeO}_4^{2-}$  của vi sinh vật đất.

- Selenide ( $\text{Se}^{2-}$ ): Là dạng không tan, chúng thường kết hợp với pyrite xảy ra trong điều kiện phong hóa đất yếu ở vùng bán khô hạn. Cả selen nguyên tố và selenide đều hình thành trong điều kiện khử.

- Selenite ( $\text{SeO}_3$ ): Xuất hiện ở dạng kết hợp với các ion oxide và ferric selenite ( $\text{Fe}_2(\text{OH})_4\text{SeO}_3$ ) trong điều kiện rửa trôi mạnh và phong hóa đất chua.

- Selenate ( $\text{SeSO}_4^{2-}$ ): Đây là các dạng selen tan, chúng thường hiện diện trong các đất kiềm giàu selen.

- Selen trong các hợp chất hữu cơ ( $\text{Se}^{2-}$ ): Dạng này Do vi sinh vật phân hủy các mô chết, sẽ có sự thay đổi để tạo thành các hợp chất alkyl-Se trong điều kiện đất kiềm tính.

Sự hòa tan selen trong đất thoát nước tốt bị kìm chế bởi mangan selenite trong đất chua nhiều (Elrashidi và đồng sự, 1987). Selen nguyên tố hoặc selenide có thể ảnh hưởng đến selen tan ở điều kiện oxi hóa khử thấp. Mặc dù vậy, trong điều kiện oxi hóa trung bình và mạnh, cơ chế hấp phụ và phản hấp phụ có thể kiểm soát hàm lượng selen trong dung dịch. Selen trong dung dịch đất là nguồn selen hữu hiệu đối với cây trồng, tuy nhiên trong thực tế lượng selen này thường rất thấp. Trong dung dịch đất, một phần selen cũng kết hợp với chất hữu cơ.

### **10.1.3 Yếu tố ảnh hưởng đến selen trong đất**

#### **\* pH đất**

Hàm lượng selen hòa tan thấp khi pH đất từ chua ít đến trung tính và tăng lên khi pH đất tăng trên 7. Selen hữu hiệu trong đất tương quan thuận với độ pH đất.

#### **\* Các oxit sắt**

Oxit sắt hấp phụ selenium ( $\text{SeO}_3^{2-}$ ) mạnh hơn so với các khoáng sét như montmorillonite, vermiculite và kaolinite (Ham và Gissel-Nielsen, 1973). Goethite cũng hấp phụ selen ở dạng selenite mạnh hơn so với dạng selenate và mức độ hấp phụ giảm khi pH đất tăng.

#### **\* Tương tác giữa các nguyên tố trong đất**

Selen tương tác mạnh với N, P, S, Ba và các hợp chất khác. Các anion phosphate, silicate, citrat, molybdate, bicarbonate, carbonate, fluoride và sulphate có thể cạnh tranh với selenite trong phản ứng hấp phụ và làm giảm sự cố định của nó trong đất. Sự giữ lại selenite trong đất gia tăng mạnh bởi ion  $\text{Ca}^{2+}$  tạo kết tủa ở dạng canxi selenite hoặc bởi sự tăng điện tích hấp phụ trên bề mặt.

#### **\* Hàm lượng sét**

Đất có nhiều sét thường có hàm lượng selen cao, đất ít sét, kết cấu thô nghèo selen. Các khoáng sét ở dạng kaolinite và montmorillonite hấp phụ một lượng selen đáng kể trong điều kiện pH thấp. Montmorillonite có khả năng hấp phụ selen mạnh hơn so với kaolinite. Sự hấp phụ dạng

selenite mạnh hơn so với dạng selenate. Sự hấp phụ selen bởi các khoáng sét giảm dần khi pH đất tăng.

### **\* Chất hữu cơ**

Chất hữu cơ có khả năng cố định selen mạnh hơn so với khoáng sét, đặc biệt là ở dạng selenite. Bởi vậy đất than bùn có hàm lượng selen cao hơn hẳn so với các loại đất khác. Selen trong các hợp chất hữu cơ dễ dàng chuyển thành selen hữu hiệu khi có một lượng nhỏ dịch tiết của rễ cây. Selen hiện diện trong axit humic, các hợp chất hữu cơ đang phân hủy và trong các hợp chất seleno-amino axit (Kang và đồng sự, 1991).

### **\* Khí hậu thời tiết**

Ở những vùng mưa nhiều (trên 635 mm/năm), rửa trôi mạnh làm mất selen dẫn đến thiếu selen. Ngược lại, sự tích lũy selen thường xảy ra ở những vùng khô hạn và bán khô hạn, nơi có lượng mưa thấp (dưới 500 mm).

### **\* Sự thoát nước**

Những đất thấp, thoát nước kém thường giàu selen bởi vì sự rửa trôi kém và oxi hóa dạng selenate hòa tan thành dạng selenide không tan. Ở đất lúa nước selen có thể tích lũy ở các tầng đất thấp bởi vì sự rửa trôi selen vô cơ phân giải từ oxít sắt và hydroxit sắt. Selen cũng có thể tích lũy do sự phân hủy hữu cơ, tích lũy axit fulvic.

### **\* Hoạt động của vi sinh vật**

Vi sinh vật có vai trò quan trọng trong quá trình

chuyển hóa selen hữu hiệu cho cây. Vi sinh vật chuyển hóa selen hấp phụ mạnh thành dạng selen hữu hiệu cho cây. Vi sinh vật giúp chuyển hóa các hợp chất selen thành selen hữu cơ ở dạng dimethyl selenide và dimethyl diselenide. Trong điều kiện kỵ khí, dimethyl selenide và hydrogen selenide ( $\text{H}_2\text{Se}$ ) sẽ bay hơi, đặc biệt là ở đất giàu selen.

## 10.2 SELEN TRONG CÂY

Hàm lượng selen trong cây biến động từ rất thấp (vết) đến mức cao 15 g/kg chất khô ở chồi (Ganje, 1966). Các cây hai lá mầm có hàm lượng selen cao hơn so với cây một lá mầm. Các cây cỏ có hàm lượng Se cao gấp hai lần các cây ngũ cốc. Trong cây, hàm lượng Se cũng khác biệt tùy theo bộ phận, mật độ, tuổi cây và lượng mưa.

Bón phân đạm làm giảm hàm lượng selen trong cây do sự tăng sinh trưởng mạnh của cây. Bón phân lân làm thay đổi selen hữu hiệu theo chiều hướng có thể tăng hoặc giảm selen. Chẳng hạn muối disodium hydrogen phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) làm tăng hàm lượng selen ở cây cỏ chân gà trong khi bón bón supe lân lại làm giảm hàm lượng selen bởi vì sự có mặt của  $\text{SO}_4^{2-}$  sẽ tạo thành  $\text{SeO}_4^{2-}$  trong quá trình hấp phụ. Lưu huỳnh tương tác mạnh với selen. Bón phân lưu huỳnh ở dạng  $\text{CaSO}_4$  cũng làm giảm hàm lượng selen trong lá và đất. Tuy nhiên lượng bón phải rất cao và thường cũng không kinh tế. Phân bón có hàm lượng lưu huỳnh (S) cao cũng không nên dùng ở những đất nghèo selen vì khi đó lại làm trầm trọng thêm tình trạng thiếu

selen. Ngược lại có thể dùng phân lưu huỳnh để khắc phục tình trạng ngộ độc selen ở đất giàu selen. Bari cũng tương tác mạnh với selen. Bón  $\text{BaCl}_2$  sẽ làm giảm selen cây hút do chúng tạo thành  $\text{BaSeO}_4$ . Ở những đất giàu selen có thể dùng phân bari để khắc phục ngộ độc selen với cây trồng.

Ngưỡng thiếu Se trong cây dao động 0,01–0,04 mg Se/kg chất khô trong khi ngưỡng ngộ độc từ 3–5 mg Se/kg chất khô. Hàm lượng Se thích hợp với cây cỏ ba lá hay cây rau khoảng trên 50 mg Se/kg chất khô. Smith và Watkinson (1984) cho rằng ngưỡng ngộ độc làm giảm năng suất cỏ 3 lá từ 48 mg Se/kg và 320 mg Se/kg chất khô của chồi. Thiếu hay thừa Se trong cỏ đều ảnh hưởng đến gia súc.

### 10.3 SỬ DỤNG PHÂN SELEN

Bón phân selen vào đất, phun qua lá hay tẩm vào hạt giống trước khi gieo là phương pháp được áp dụng ở nhiều nước trên thế giới. Phân selen thường dùng nhất là natri selenate. Các nguồn khác là natri selenite, selen nguyên tố, bụi selen (6% Se) và selenium prill (1% Se).

Khi bón vào đất hiệu lực của dạng selenate cao hơn so với dạng selenite. Tro đốt và supe lân cũng chứa một lượng nhỏ selen có thể dùng bón cho cây. Liều lượng bón tùy theo dạng phân selen. Theo một số tác giả nước ngoài, đối với đồng cỏ chăn nuôi cần bón 70gam natri selenite/ha hay 8,5–17 gam natri selenate/ha hoặc 17 gam Se ở dạng selenium prill/ha. Đối với đất sét, lượng selen cần bón cao hơn so với đất cát và khoảng 20 gam natri selenate/ha.

Dạng phân selen chậm tan như bụi selen hay selen trong tàn dư thực vật cần phải bón với lượng cao hơn và thời gian phát huy hiệu lực cũng kéo dài hơn.

Phun qua lá là biện pháp giảm được sự thất thoát selen do sự cố định selen trong đất hay rửa trôi giúp cây trồng hấp thu selen tốt hơn. Đối với những cây có nhu cầu selen cao cần sử dụng với lượng 10–20 gam selen ở dạng natri selenate/ha. Đối với những cây có nhu cầu selen thấp, lượng sử dụng thích hợp 3–10 gam Se/ha.

Tẩm vào hạt giống cũng là cách bón phân selen thông dụng. Xử lý bằng cách trộn 50–200 gam natri selenate/ha trong dung dịch ngâm cùng với hạt giống trước khi gieo đã làm tăng năng suất cây trồng so với đối chứng không xử lý (Gupta và đồng sự, 1983).

# Chương 11

## NIKEN

Niken (Ni) là một nguyên tố kim loại được phát hiện là nguyên tố thiết yếu với động vật năm 1974 và với cây trồng năm 1983. Trong tự nhiên niken tồn tại ở hóa trị +2 và +3 trong các hợp chất oxit nhưng hóa trị +2 phổ biến hơn. Niken rất cần thiết cho cây trồng và động vật, tuy nhiên nếu nồng độ quá cao sẽ gây ngộ độc. Theo Cash và Leone (1987) nồng độ Ni trong không khí  $> 20-200 \text{ ng/m}^3$  đã ảnh hưởng xấu đến cây trồng và sức khỏe con người.

### 11.1 NIKEN TRONG ĐẤT

Hàm lượng niken tổng số trong đất từ vết đến 5000 ppm, song thường  $< 100 \text{ ppm}$ . Các loại đất phát triển trên đá dunite, peridotite hay serpentinite thường giàu niken. Trong phẫu diện đất, niken tích lũy nhiều ở tầng đất mặt nơi có hàm lượng hữu cơ cao. Mặc dù vậy đối với đất ngập nước và đất nhiệt đới ở các tầng đất dưới sâu hàm lượng niken có thể cao hơn nếu lượng sét tích lũy nhiều hơn. Niken bị hấp phụ mạnh bởi các sesquioxide nên niken cũng tích ở nhiều ở các tầng có hàm lượng sesquioxide cao.

Trong đất, niken tồn tại ở các dạng hợp chất với ferrite, oxit, hydroxit, sunfit... Trong đất niken tồn tại nhiều nhất ở dạng niken ferrite ( $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ ). Dạng niken oxit và

hydroxit chiếm ưu thế trong đất kiềm khi  $\text{pH} > 9$ . Ở đất chua ( $\text{pH} < 5$ ) dạng niken sunfat chiếm ưu thế. Một số niken kết hợp với khoáng sét, chất hữu cơ, canxi carbonat và các sesquioxide.

Hàm lượng niken hòa tan trong dung dịch đất thường rất thấp trừ những đất phát triển trên đá peridotite hay serpentinite. Đất phát triển trên đá peridotite hay serpentinite có hàm lượng niken từ 0,13–3,25 mg/l (Anderson và đồng sự, 1973). Ion  $\text{Ni}^{2+}$  có thể chuyển hóa sang dạng phức chất ( $\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ ). Ở đất có  $\text{pH} < 7$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{NiSO}_4^0$  và  $\text{NiHPO}_4$  là các dạng niken hoạt động quan trọng. Ở đất kiềm ( $\text{pH} > 8$ ), dạng  $\text{Ni}^{2+}$  và  $\text{NiOH}^+$  chiếm ưu thế. Các muối của niken với brom, clo, iốt và phức niken với nitro là dạng niken thứ yếu trong đất. Trong dung dịch đất, một số niken cũng kết hợp với chất hữu cơ để tạo thành phức Ni-Hữu cơ.

Thông thường đất có hàm lượng sét,  $\text{CaCO}_3$ , dung tích hấp thu (CEC) cao sẽ tích lũy nhiều niken (Estan và đồng sự 1987). Phức titan-hữu cơ và các phức hữu cơ tan được trong đất có thể làm tăng niken hữu hiệu trong đất. Bón chất thải công nghiệp có hàm lượng niken cao có thể làm dư thừa niken trong đất gây ngộ độc. Các sesquioxide, đặc biệt là oxit mangan và dạng phức niken bền làm tăng sự tích lũy trong đất. Điều kiện pH thấp, úng nước và thoát nước kém làm tăng niken trong dung dịch đất và tăng lượng niken cây hút. Có nhiều phương pháp phân tích niken trong đất. Thông thường 10 ppm Ni theo phương pháp chiết bằng



amôn axetat là ngưỡng ngộ độc niken trong đất. Nếu hàm lượng niken trong đất trên ngưỡng này sẽ dư thừa, cây trồng trên đất này sẽ bị ngộ độc.

- Phương pháp của Horst và đồng sự (1988) dùng muối kiểm can xi clorua và  $\text{CuSO}_4$  nồng độ 0,2 N.
- Phương pháp Brown và đồng sự (1989) dùng  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1N (pH 7,0), 2,5% axit axetic, HCl loãng, DTPA.
- Phương pháp Elkhatib (1984) dùng  $\text{Ca DTPA-B}_4\text{O}_7$  0,025M.

## 11.2 NIKEN TRONG CÂY

Trong cây niken tham gia vào thành phần men phân giải urea. Nghiên cứu của Brown và đồng sự (1987) cho thấy tích lũy urea trong đầu lá các cây ngũ cốc tăng từ 15% đến trên 20% trong trường hợp thiếu niken. Niken cũng là nguyên tố cần thiết cho quá trình cố định đạm ở các cây họ đậu, cần thiết cho sinh trưởng phát triển tối ưu của cây đại mạch và yến mạch. Niken cần thiết cho phát triển chiều cao và tăng sức nảy mầm của các cây ngũ cốc, là nguyên tố rất cần thiết giúp tăng cường khả năng chống chịu sâu bệnh của cây.

Hàm lượng niken trong hầu hết các cây trồng đều < 1 ppm tính theo chất khô. Tuy nhiên những cây trồng trên đất serpentine có thể tích lũy tới 100–200 ppm. Trong cây niken tích lũy nhiều nhất ở rễ sau tới thân, cành và thấp nhất là ở lá. Hầu hết niken cây hút được tích lũy ở rễ cây trồng. Tuy nhiên với cây có hạt và quả, một lượng khá lớn

niken cũng tích lũy trong quả và hạt.

Niken có khả năng tạo phức với các nguyên tố kim loại và dinh dưỡng đa và trung lượng như lân, kali, magiê, và canxi. Tình trạng ngộ độc niken làm giảm hàm lượng kẽm, sắt, đồng, mangan và molypden trong cây. Sự dư thừa niken làm tăng hàm lượng lân nhưng đồng thời lại làm giảm hàm lượng kali trong cây. Trong cây, niken tương quan nghịch với các cation vi lượng. Nghiên cứu của Cataldo và đồng sự (1978) trên cây đậu nành cho thấy các ion  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ , và  $Cu^{2+}$  ngăn cản sự hút Ni của cây trồng.

Niken là một chất cần thiết cho quá trình trao đổi chất do vậy thiếu Ni ảnh hưởng tới sinh trưởng phát triển của cây. Đối với đậu nành, thiếu Ni làm đầu lá chết khô, cây kém phát triển. Ở khoai tây, thiếu Ni làm lá non bạc trắng, mô non bị chết. Tình trạng ngộ độc Ni thường xảy ra trong giai đoạn cây con. Thừa Ni gây ức chế sinh trưởng của cây, đặc biệt là bộ rễ. Triệu chứng ngộ độc Ni trên lá cũng tương tự như ngộ độc Fe và Mn. Ở cây một lá mầm, ngộ độc Ni xuất hiện vết vàng nhạt hay trắng chạy dọc theo bản lá. Một số trường hợp khi ngộ độc Ni xuất hiện vết hoại tử rải rác trên lá. Việc chẩn đoán ngộ độc niken đối với cây trồng thông qua triệu chứng thường không được chính xác vì rất dễ lẫn với triệu chứng ngộ độc sắt. Cách tốt nhất là phân tích lá để chẩn đoán ngộ độc niken. Theo Vanselow (1966), đối với đất phát triển trên đá serpentine, hàm lượng khoảng 50 ppm Ni tính theo chất khô là ngưỡng ngộ độc nilken. Theo Anderson và đồng sự (1973), ngộ độc niken

với yến mạch khi hàm lượng Ni trong cây > 88 ppm. Theo Kalid và Tinsley (1980), ngộ độc niken ở lúa mạch đen liên quan đến tỷ lệ Ni/Fe trong cây. Ngưỡng khủng hoảng độc niken đối với một số cây trồng thể hiện ở bảng 11.1. Ngộ độc Ni có thể khắc phục được bằng cách bón vôi. Bón vôi làm giảm Ni trong đất.

**Bảng 11.1: Ngưỡng ngộ độc niken ở một số cây trồng**

| Cây trồng | Bộ phận của cây           | Ngưỡng ngộ độc (ppm) |
|-----------|---------------------------|----------------------|
| Ngô (bắp) | Lá                        | 32 – 79              |
| Cà chua   | Thân lá ở 38 ngày         | 10 – 30              |
| Xà lách   | Lá ở thời kỳ trưởng thành | 30 – 40              |
| Rau bina  | Lá ở 6 tuần tuổi          | 10 – 30              |
| Lúa mì    | lá ở thời kỳ trưởng thành | 16 – 46              |

**Nguồn :** Macnicol và Beckett, 1985.

### 11.3 HIỆU LỰC CỦA PHÂN NIKEN VỚI CÂY TRỒNG

Kết quả nghiên cứu của Dobroljubskij và đồng sự (1957) đối với cây nho cho thấy bón niken sunfat ( $\text{NiSO}_4$ ) vào đất với lượng 0,05 gam/cây trước khi ra hoa đã làm tăng độ lớn của quả và tăng năng suất 23% so với đối chứng. Thí nghiệm phun  $\text{NiSO}_4$  qua lá với lượng 0,005 gam/cây và 0,00005 gam/cây vào thời kỳ trước ra hoa, ra hoa rộ và khi quả bằng hạt đậu đã làm tăng độ lớn của quả, tăng năng suất, tăng hàm lượng đường và giảm độ chua của quả so với đối chứng không bón niken.

## PHỤ LỤC: TÓM TẮT QUY TRÌNH BÓN PHÂN VI LƯỢNG CHO MỘT SỐ CÂY TRỒNG

### 1 KẼM

| Cây trồng | Phương pháp                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lúa       | Bón lót rải đều vào đất 25–50 kg kẽm sunfat/ha trước khi gieo trồng hoặc hồ rế bằng cách nhúng rế vào dung dịch kẽm oxit huyền phù nồng độ 1–4% trong 1 giờ trước khi trồng. Phun qua lá dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,5% ở thời kỳ 30, 45 và 60 ngày sau cấy. Ở những vùng đất thiếu kẽm, việc bón vào đất có thể lặp lại sau mỗi chu kỳ 2 năm. |
| Ngô (bắp) | Bón lót rải đều vào đất 20–25 kg kẽm sunfat/ha cho ngô có tuổi và 10 kg kẽm sunfat/ha cho ngô không tuổi trước khi trồng. Ở đất kiềm, bón theo hàng 15–30 kg kẽm sunfat/ha hoặc 5–10 kg Zn-EDTA/ha. Nếu phun qua lá sử dụng kẽm sunfat nồng độ 0,5% ở 30, 40 và 50 ngày sau gieo.                                                                 |
| Khoai tây | Bón lót rải đều vào đất 5–100 kg kẽm sunfat/ha trước khi trồng hoặc nhúng củ giống trong dung dịch kẽm oxit huyền phù nồng độ 2% hay ngâm củ giống trong dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,05% trong 3 giờ.                                                                                                                                          |

|                            |                                                                                                                         |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sắn (khoai mì)             | Bón lót rải đều vào đất 12,5 kg kẽm sunfat/ha trước khi trồng.                                                          |
| Lạc (đậu phộng)            | Bón lót rải đều vào đất 25 kg kẽm sunfat/ha trước khi gieo.                                                             |
| Đậu nành                   | Bón lót rải đều vào đất 25–50 kg kẽm sunfat/ha hoặc bón lót theo hàng 10–20 kg kẽm sunfat/ha trước khi gieo.            |
| Bông, vừng                 | Bón lót rải đều vào đất 25–37,5 kg kẽm sunfat/ha trước khi gieo.                                                        |
| Mía                        | Bón lót rải đều vào đất 25 kg kẽm sunfat/ha trước khi trồng hoặc phun qua lá 2–3 lần dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,5%. |
| Cà phê                     | Phun qua lá 2–3 lần/năm dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,25–0,5% vào tháng 5 và tháng 10.                                 |
| Coca                       | Phun qua lá 3 lần/năm dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,3–0,5%.                                                            |
| Dừa (khóm)                 | Phun qua lá dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,5% định kỳ 15 ngày/lần.                                                      |
| Chè                        | Phun qua lá 2 lần/năm dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,5% vào thời kỳ sau đốn.                                            |
| Cải bắp, sulo, cà chua, ớt | Bón lót rải đều vào đất 20–25 kg kẽm sunfat/ha trước khi gieo trồng hoặc bón theo hàng 10 kg phức Zn-EDTA/ha.           |
| Hành, tỏi                  | Phun qua lá 2 lần dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,25%, cách nhau 15 ngày, lần phun đầu vào 45–50 ngày sau trồng.         |

|            |                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Xoài       | Bón lót rải đều vào đất 20 kg kẽm sunfat/ha trước khi trồng. Phun qua lá dung dịch kẽm sunfat nồng độ 1% vào 30 ngày trước khi ra hoa.                                                                                          |
| Nhãn, vải  | Phun qua lá dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,5–0,8% trước khi cây ra hoa.                                                                                                                                                         |
| Cây có múi | Bón lót rải đều vào đất 200 gam kẽm sunfat/cây cho cây 5–6 năm tuổi hoặc phun qua lá 2 lần dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,3–0,5% khi cây nảy lộc (chồi mới) và phun 2–3 lần dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,5% trước khi ra hoa. |
| Ổi         | Bón lót rải đều vào đất 100–300 gam kẽm sunfat/cây/năm hoặc phun qua lá từ 2–3 lần dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,5–0,7% trước khi ra hoa.                                                                                      |
| Nho        | Phun qua lá dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,3% khi hoa đã nở hoàn toàn.                                                                                                                                                          |
| Mận        | Phun qua lá dung dịch kẽm sunfat nồng độ 0,5% khi hoa cây nảy lộc (chồi mới).                                                                                                                                                   |

## 2 SẮT

| Cây trồng       | Phương pháp                                                                                                                             |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lúa             | Bón phân hữu cơ và giữ ngập nước mặt ruộng ở thời kỳ cây con. Phun qua lá 2–3 lần dung dịch kẽm sunfat nồng độ 1–2% định kỳ 1 tuần/lần. |
| Lạc (đậu phộng) | Bón lót vào đất 10 kg phức Fe-EDDHA/ha trước khi gieo hạt.                                                                              |

|                    |                                                                                                                                   |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Đậu nành, đậu khác | Phun qua lá 3 lần dung dịch sắt sunfat nồng độ 2%, định kỳ 15 ngày/lần.                                                           |
| Mía                | Phun qua lá riêng dung dịch sắt sunfat nồng độ 2% hoặc kết hợp cả với urea nồng độ 1-2% ở 90, 110 và 130 ngày sau trồng hoặc đốn. |
| Dừa (khóm)         | Phun qua lá dung dịch sắt sunfat nồng độ 0,5-1%, định kỳ 15 ngày/lần.                                                             |
| Các loại rau       | Phun qua lá dung dịch phức sắt (Fe-EDDHA) nồng độ 0,05%, định kỳ 15 ngày/lần.                                                     |
| Chanh              | Bón vào đất 12-24 gam phức sắt (Fe-EDDHA)/cây hoặc phun qua lá dung dịch sắt sunfat nồng độ 0,5%, định kỳ 10 ngày/lần.            |

### 3 ĐỒNG

| Cây trồng | Phương pháp                                                                                            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ngô (bắp) | Bón lót rải vào đất 24 kg đồng sunfat/ha hoặc bón theo hàng 8-12 kg đồng sunfat/ha trước khi gieo hạt. |
| Khoai tây | Bón lót rải vào đất 16-20 kg đồng sunfat/ha hoặc bón theo hàng 12 kg đồng sunfat/ha trước khi trồng.   |
| Sắn, lạc  | Bón lót rải vào đất 10 kg đồng sunfat/ha trước khi gieo hoặc trồng.                                    |
| Đậu nành  | Bón lót vào đất theo hàng 12-24 kg đồng sunfat/ha trước khi gieo.                                      |

|              |                                                                                                              |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mía          | Bón lót rải vào đất 28 kg đồng sunfat/ha trước khi trồng.                                                    |
| Cà phê       | Phun qua lá dung dịch đồng oxit nồng độ 1,5%.                                                                |
| Cọ dầu       | Bón vào đất 2,5 kg đồng sunfat/cây hoặc phun qua lá dung dịch đồng sunfat nồng độ 0,08% định kỳ 1 tháng/lần. |
| Sulơ, cà rốt | Bón lót rải vào đất 16–20 kg đồng sunfat/ha hoặc bón theo hàng 12 kg đồng sunfat/ha trước khi gieo hạt.      |
| Hành, tỏi    | Ngâm củ giống trong dung dịch đồng sunfat nồng độ 0,04% trước khi trồng.                                     |
| Cam, chanh   | Phun qua lá 2 lần dung dịch đồng sunfat nồng độ 0,4–0,5% ở thời kỳ cây ra chồi mới.                          |

#### 4 MANGAN

| Cây trồng | Phương pháp                                                                                                                                          |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lúa       | Phun qua lá từ 2–3 lần dung dịch mangan sunfat nồng độ 1% ở thời kỳ cây tăng trưởng mạnh.                                                            |
| Ngô (bắp) | Bón lót theo hàng 20 kg mangan sunfat/ha hoặc phun qua lá dung dịch mangan sunfat nồng độ 0,7% ở 30 và 60 ngày sau khi gieo.                         |
| Lạc       | Bón lót 160 kg mangan sunfat/ha trước khi gieo hoặc phun qua lá dung dịch mangan sunfat nồng độ 0,5% ở giai đoạn cây con và khi cây ra hoa, đâm tia. |



|              |                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Đậu nành     | Bón rải 75–150 kg mangan sunfat/ha hay bón theo hàng 20 kg mangan sunfat/ha trước khi gieo hoặc phun qua lá 2–3 lần dung dịch mangan sunfat nồng độ 0,3% hay phức mangan Mn-EDTA nồng độ 0,1% ở thời kỳ bắt đầu nở hoa và đậu quả. |
| Mía          | Phun qua lá 3 lần dung dịch mangan sunfat nồng độ 0,5% vào thời kỳ 90, 110 và 130 ngày sau trồng hoặc đốn.                                                                                                                         |
| Bông         | Bón rải cạnh hàng 7,5 kg mangan sunfat/ha.                                                                                                                                                                                         |
| Hành, tỏi    | Bón vào đất theo hàng 40 kg mangan sunfat/ha hoặc phun qua lá dung dịch mangan sunfat nồng độ 0,3% định kỳ 15 ngày/lần vào thời kỳ 45–50 ngày.                                                                                     |
| Củ cải đường | Bón vào đất theo hàng 80 kg mangan sunfat/ha.                                                                                                                                                                                      |

## 5 BO

| Cây trồng  | Phương pháp                                                                      |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Ngô, sắn   | Bón lót 10 kg borax/ha trước khi gieo, trồng.                                    |
| Khoai tây  | Phun qua lá dung dịch borax nồng độ 0,2% vào 4, 6 và 9 tuần sau khi trồng.       |
| Khoai lang | Phun qua lá dung dịch boric axit nồng độ 0,2% ở thời kỳ 22 và 45 ngày sau trồng. |
| Sắn (mì)   | Bón lót 10 kg borax/ha trước khi trồng.                                          |

|                |                                                                                                                                                                                            |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lạc            | Bón lót 5 kg borax/ha trước khi gieo, phun qua lá dung dịch boric axit nồng độ 1% ở thời kỳ ra hoa và đâm tia.                                                                             |
| Bông           | Bón rải vào đất 10 kg borax/ha hoặc bón theo hàng 3 kg solubor/ha trước khi gieo.                                                                                                          |
| Cải bắp, su lơ | Bón rải vào đất 8–10 kg borax/ha hoặc bón theo hàng 4 kg borax/ha trước khi trồng hay phun qua lá dung dịch boric axit nồng độ 0,3% định kỳ 15 ngày/lần từ 15 ngày sau trồng đến khi cuốn. |
| Cây có múi     | Phun 3 lần/năm dung dịch boric axit nồng độ 0,1%.                                                                                                                                          |
| Nho            | Bón 7 kg borax/ha và phun dung dịch boric axit nồng độ 0,2% khi hoa nở hoàn toàn.                                                                                                          |
| Xoài           | Phun dung dịch borax nồng độ 0,3–0,8% vào thời điểm 1 tháng trước khi nở hoa.                                                                                                              |
| Ổi             | Phun dung dịch boric axit nồng độ 0,4% ở thời điểm ra hoa.                                                                                                                                 |
| Dừa            | Bón vào đất với lượng 25 gam borax/cây.                                                                                                                                                    |
| Táo            | Bón 10 gam borax/cây hoặc phun dung dịch boric axit nồng độ 0,2% vào mùa xuân.                                                                                                             |

## 6 MOLYPĐEN

| Cây trồng | Phương pháp                                                                                                                             |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ngô (bắp) | Trộn với hạt giống 1,25 gam natri molypđat/kg hạt. Phun qua lá dung dịch natri molypđat nồng độ 0,1% ở thời điểm 60 ngày sau khi trồng. |

|                               |                                                                                                                                 |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sắn (khoai mì)                | Bón lót 1 kg amôn molyphđat/ha trước khi trồng.                                                                                 |
| Đậu nành và các loại đậu khác | Bón lót 600 gam natri molyphđat/ha trước khi gieo. Phun qua lá dung dịch natri molyphđat nồng độ 0,1% khi cây cao khoảng 10 cm. |
| Mía                           | Bón lót 560 g natri molyphđat/ha trước trồng.                                                                                   |
| Cải bắp, su lơ (cải bông)     | Bón lót 2-2,5 kg natri molyphđat/ha trước khi gieo. Phun qua lá dung dịch natri molyphđat nồng độ 0,5% vào 15 ngày sau trồng.   |
| Củ cải đường                  | Bón lót 2-2,5 kg natri molyphđat/ha trước khi gieo, trồng.                                                                      |
| Đồng cỏ                       | Bón lót 70-120 gam natri molyphđat/ha.                                                                                          |

## 7 CLO

| Cây trồng | Phương pháp                                    |
|-----------|------------------------------------------------|
| Dừa       | Bón 2 kg natri clorua hay kali clorua/cây/năm. |
| Cọ dầu    | Bón 1,5 kg magiê clorua/cây/năm.               |
| Cây khác  | Bón vào đất 40-50 kg kali clorua/ha.           |

## 8 COBAN

| Cây trồng       | Phương pháp                                                                                                                         |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lạc (đậu phộng) | Trộn 0,5 gam coban nitrat với 1 kg hạt giống và phun qua lá dung dịch coban nitrat nồng độ 0,05% vào giai đoạn sinh trưởng ban đầu. |
| Cây họ đậu      | Bón vào đất 2-3,6 kg coban sunfat/ha.                                                                                               |

|              |                                                                                                                  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Củ cải đường | Ngâm hạt giống trong dung dịch coban sunfat nồng độ 0,1% trong 3 giờ. Phun dung dịch coban sunfat nồng độ 0,05%. |
| Đồng cỏ      | Bón vào đất 2–3,6 kg coban sunfat/ha.                                                                            |

## 9 SELEN

| Cây trồng                     | Phương pháp                                                                                                          |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Đồng cỏ                       | Bón vào đất 8,5–17 gam natri selenate/ha.                                                                            |
| Đồng cỏ dùng cắt để chăn nuôi | Trộn 50 gam natri selenate/hạt giống/ha. Phun dung dịch natri selenate với lượng 10–20 gam/ha vào giai đoạn cây con. |

Nguồn : Srivastava và Gupta, 1996.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Thị Áng (1995), "Nghiên cứu và thử nghiệm hiệu quả sử dụng phân vi lượng đa thành phần đối với một số cây trồng trên một số loại đất". *Yếu tố dinh dưỡng hạn chế năng suất và chiến lược quản lý dinh dưỡng cây trồng*. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, đề tài KN-01-10. NXB Nông nghiệp, trang 237-252.
2. Lê Thái Bạt (1991) "Các nguyên tố vi lượng dễ tiêu trong một số loại đất Tây Bắc" *Nông nghiệp Công nghiệp Thực phẩm* (9) trang 421-423.
3. Kẹo Vivon Ut Tha Chắc, Trần Thế Tục, Trần Đăng Kế (1994) "Bước đầu tìm hiệu ảnh hưởng của Zn, B, Mo đến sinh trưởng, năng suất và phẩm chất cam Sunkist trồng trên đất đỏ bazan Phú Quỳnh-Nghệ An" *Nông nghiệp Công nghiệp thực phẩm* (1) trang 23-25.
4. Dương Văn Đằm (1993) "Ảnh hưởng của điều kiện đất trồng đến hiệu quả của bo đối với năng suất lạc" *Nông nghiệp Công nghiệp thực phẩm* (10) trang 387-388).
5. Lê Xuân Đính, Nguyễn Ngọc Thành, Lê Thị Ánh Tuyết (1986) "Hiệu lực của một số nguyên tố vi lượng đối với giống bông TH-I" *Khoa học và kỹ thuật Nông nghiệp* (9) trang 403-404.
6. Lê Đức (1998) "Các Hàm lượng đồng, mangan, molybden trong một số loại đất chính phía Bắc Việt Nam" *Khoa học đất* (10) trang 421-4230.

7. Phạm Quang Hà (2003) “Hàm lượng kẽm trong một số loại đất ở Việt Nam và cảnh báo ô nhiễm” *Khoa học Đất* (17) trang 71–77.
8. Fridland, V.M. (1973). Đất và vỏ phong hóa nhiệt đới ẩm.
9. Vũ Mạnh Hải, Vũ Hữu Yêm, Chu Văn Chuông, Trần Trọng Tồi, Bùi Quang Đăng (1996) “Kết quả nghiên cứu chế độ bón phân N, P, K (đa lượng) và bo (vi lượng) cho dứa cayen” *Nông nghiệp Công nghiệp thực phẩm* (6) trang 222–224.
10. Đặng Văn Hồng (1993) “Ảnh hưởng của việc xử lý hạt bằng nguyên tố vi lượng B, Cu, Zn đến năng suất lạc và bắp cải” *Nông nghiệp công nghiệp thực phẩm* (10) trang 383–385.
11. Đặng Văn Hồng (1993) “Ảnh hưởng của  $H_3BO_3$  và  $CuSO_4$  trong dung dịch phun đến năng suất và chất lượng cà rốt” *Nông nghiệp công nghiệp thực phẩm* (10) trang 385–387.
12. Nguyễn Phi Hùng, Công Doãn Sắt, Lê Huy Bá (2001) “Nghiên cứu ứng dụng đường cong hấp thu để xác định nhu cầu bón phân cho lúa trồng trên đất xám và đất phèn hoạt động vùng Đồng Thám Mười” *Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn* (2) trang 63–64.
13. Lê Thị Khánh, Võ Hùng (1997) “Ảnh hưởng của thời kỳ phun vi lượng kẽm đến sinh trưởng, phát triển và năng suất ớt tại Thừa Thiên–Huế” *Nông nghiệp Công nghiệp Thực phẩm* (1) trang 38–39.

14. Lê Thị Khánh (1998) “Bước đầu nghiên cứu ảnh hưởng của  $GA_3$ , Bo, Zn đến tỷ lệ đậu quả và phẩm chất ớt Thừa Thiên-Huế” *Nông nghiệp Công nghiệp Thực phẩm* (2) trang 78–80.
15. Lê Hoàng Kiệt, 2001. Nghiên cứu các yếu tố hạn chế năng suất trên đất đỏ và đất xám Đông Nam Bộ. *Luận án tiến sĩ Nông nghiệp*. Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp Miền Nam.
16. Nguyễn Tấn Lê, Trần Đăng kế, Thái Duy Ninh (1992) “Ảnh hưởng của molybden và bo đến năng suất và phẩm chất hạt lạc ở Quảng Nam-Đà Nẵng” *Nông nghiệp và Công nghiệp thực phẩm* (6) trang 219–221).
17. Nguyễn Đình Mạnh (1988) “Hiệu lực của Mo, B và Mixture M1 cho lạc trồng trên đất cát” *Khoa học và Kỹ thuật Nông nghiệp* (6) trang 257–260.
18. Nguyễn Đình Mạnh, Đặng Văn Hồng (1988) “Hiệu lực của B và Mixture M1 đối với cà rốt” *Khoa học và Kỹ thuật Nông nghiệp* (8) trang 356–357.
19. Vũ Văn Nhân, Nguyễn Đình Mạnh (1990) “Ảnh hưởng của nồng độ kẽm và sự phối hợp kẽm-bo đến năng suất lạc trên đất bạc màu HTX Nguyên Khê-Đông Anh-Hà Nội” *Nông nghiệp và Công nghiệp thực phẩm* (7) trang 424–426.
20. Nguyễn Ngọc Nông (2003) “Hàm lượng các nguyên tố vi lượng và kim loại nặng trong một số loại đất chính ở vùng núi Đông Bắc Việt Nam” *Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn* (1) trang 58–60.

21. Thái Phiên, Nguyễn Tử Siêm và Trần Đức Toàn (1998). “Sử dụng, quản lý đất dốc để phát triển nông nghiệp lâu bền”. *Canh tác bền vững trên đất dốc Việt Nam*. NXB. Nông nghiệp.
22. Mai Văn Quyền (2004), “Hiệu lực một số phân bón gốc và bón lá có trong danh mục phân bón Việt Nam”.
23. Nguyễn Văn Sức (1996) “Ảnh hưởng của Molypden đến hoạt tính cố định N của vi khuẩn nốt sần và năng suất lạc trồng trên đất bạc màu (Hà Bắc) trong điều kiện bất lợi về độ ẩm đất” *Nông nghiệp Công nghiệp thực phẩm* (10) trang 414–415.
24. Phạm Đình Thái, “Hiệu lực của phân vi lượng đối với các cây trồng trên các loại đất và chế độ thâm canh khác nhau”, trang 47–55.
25. Dương Việt Thành (2001) “Hiệu lực của bón kẽm cho bông lai VN 20 tại Đắk Lắk” *Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn* (7) trang 450–456.
26. Dương Việt Thành (2001) “Hiệu lực của phun kẽm cho bông lai VN 20 tại Đắk Lắk” *Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn* (12) trang 866–871.
27. Kim Thoa (2004) “Bánh mì kiểu mới làm tăng khả năng thụ tinh” *Báo Nông thôn ngày nay* số 195 ra ngày 29.9.2004 trang 8.
28. Lê Thị Thủy, Phạm Quang Hà (2004) “Đánh giá hàm lượng đồng, kẽm trong một số loại đất phù sa sông Hồng và sông Thái Bình” *Khoa học đất* (20) trang 30–35.



# **PHÂN BÓN VI LƯỢNG và SIÊU VI LƯỢNG**



*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

**NGUYỄN CAO DOANH**

*Bản thảo* : Nguyễn Phụng Thoại

*Sửa bài* : Đặng Ngọc Phan

*Trình bày - Bìa* : Lê Anh Vũ

**NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP**

*167/6 - Phương Mai - Đống Đa - Hà Nội*

*ĐT: (04) 8523887 - 5760656 - 8521940*

*Fax: (04) 5760748. E-mail: nxbbn@hn.vnn.vn*

**CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP**

*58 Nguyễn Bình Khiêm Q.1, TP. Hồ Chí Minh*

*ĐT: (08) 8297157 - 8299521*

*Fax: (08) 9101036*

---

*In 1.130 bản, khổ 13 x 19 cm tại Công ty in Bao bì và Xuất nhập khẩu.  
Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 145/XB-QLXB do Cục  
Xuất bản cấp ngày 03/02/2005. In xong và nộp lưu chiểu quý I/2005.*



Chuyên sản xuất phân NPK; NPK+TE  
phân chuyên dùng và bón lá có vi lượng

ISO 9001



PHÂN BÓN ĐẦU TRẦU - BẠN ĐỒNG HÀNH CỦA NHÀ NÔNG



**CÔNG TY PHÂN BÓN BÌNH ĐIỀN**

Địa chỉ: C12/21 Tân Kiên, Bình Chánh, TP Hồ Chí Minh

ĐT: (08) 7560110 - 7560449

Fax: (08) 7560799

Website: [www.binhdien.com](http://www.binhdien.com)

Email: [phanbon@binhdien.com](mailto:phanbon@binhdien.com)

63 - 631.8  
NN - 05 131/145 - 05

Giá: 42.000đ