



Tài liệu tập huấn
KINH TẾ TUẦN HOÀN TRONG SẢN XUẤT CACAO



switchasia



 **HELVETAS**
VIETNAM

DỰ ÁN KINH TẾ TUẦN HOÀN TRONG SẢN XUẤT CA CAO



TÀI LIỆU TẬP HUẤN

KINH TẾ TUẦN HOÀN TRONG SẢN XUẤT CA CAO

Nhóm thực hiện: TS. Phạm Hồng Đức Phước và cộng sự

Năm 2023

MỤC LỤC

PHẦN 1. SINH THÁI CỦA CÂY CA CAO	6
1. Khí hậu	6
2. Gió	6
3. Ánh sáng	7
4. Đất	8
4.1. Nhiệt độ và lượng mưa	9
4.2. Tính chất đất trong hệ thống sản xuất cao	9
5. Nước	12
5.1. Lượng mưa	12
5.2. Thiếu nước	13
5.3. Ngập úng	14
PHẦN 2. ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI CỦA CÂY CA CAO	17
6. Thân	17
7. Lá	18
8. Rễ	18
9. Hoa	19
10. Quả	20
10.1. Sự phát triển của quả	20
10.2. Sự chín của quả và hạt	21
11. Hạt	21
PHẦN 3. GIỐNG CA CAO Ở VIỆT NAM	23
12. Giống cao ở Việt Nam	23
13. Đặc tính các dòng thương mại ở Việt Nam	24
13.1. TD 3	24
13.2. TD 5	25
13.3. TD 6	25
13.4. TD 8	25
13.5. TD 9	25
13.6. TD 10	25
13.7. TD 11	25
PHẦN 4. KỸ THUẬT SAU THU HOẠCH	28
14. Thu hoạch quả	28
15. Phân loại quả	28
16. Tồn trữ quả	28
17. Đập quả, tách hạt	29
17.1. Thủ công	29
17.2. Cơ giới	30
18. Xử lý hạt ướt	30

19. Ủ/lên men hạt	31
19.1. Sự thay đổi các thành phần trong hạt trong quá trình lên men.....	32
19.2. Phương pháp lên men	32
19.3. Các phương pháp lên men	33
20. Làm khô hạt	34
20.1 Phơi nắng.....	35
20.2 Sấy	35
21. Bảo quản hạt	35
PHẦN 5. TỈA CÀNH CÂY CA CAO	37
22. Thời kỳ kiến thiết cơ bản	37
22.1. Nguyên tắc chung	37
22.2. Tỉa cành tạo hình	37
22.3. Tỉa cành năng suất.....	38
22.4. Tỉa cành vệ sinh	38
23. Thời kỳ kinh doanh	38
PHẦN 6. THIẾT KẾ VƯỜN CA CAO BỀN VỮNG, THUẬN TỰ NHIÊN	39
24. Đa dạng thực vật	39
25. Phục hồi hữu cơ đất	41
26. Phục hồi hữu cơ.....	41
27. Thiết kế vườn cao theo khái niệm nông nghiệp tuần hoàn.....	41
28. Thiết kế quy trình sản xuất cao theo hướng kinh tế tuần hoàn	43
29. Phụ phẩm trong quy trình sản xuất cao từ cây tới hạt khô.....	45
30. Một mô hình thí dụ về vườn cao theo hướng nông nghiệp tuần hoàn:.....	45
PHẦN 7. QUẢN LÝ SÂU BỆNH.....	47
31. Phân tích hệ sinh thái nông nghiệp	47
32. BỆNH HẠI CA CAO	48
32.1. Bệnh do Phytophthora palmivora	48
32.2. Bệnh vết sọc đen (VSD)	50
32.3. Bệnh nấm hồng	51
32.4. Bệnh khô thân	52
33. SÂU HẠI	53
33.1. Bọ xít muỗi	53
34. Bọ cánh cứng (Adoreus compressus và Apogonia sp.).....	54
35. Sâu đục thân/cành/sâu hồng (Zeuzera sp.)	55
36. Sâu đục vỏ quả (Cryptophlebia encarpa).....	55
37. Mối	56
PHẦN 8. KỸ THUẬT CANH TÁC CÂY CA CAO.....	57
38. Chuẩn bị bóng che	57
39. Chuẩn bị đất trồng.....	58

40. Chống xói mòn	59
41. Tăng cường chất hữu cơ trong đất	59
42. Trồng cây che phủ đất.....	59
43. LÀM ĐẤT TỐI THIỂU	59
44. Cây che bóng.....	60
44.1 Che bóng tạm thời.....	60
44.2. Che bóng vĩnh viễn	60
44.3. Quản lý bóng che.....	61
45. Chấn gió	63
PHẦN 9. CỎ MỸ/CỎ ĐUÔI CHỒN.....	64
PHẦN 10. KỸ THUẬT Ủ CHUA VỎ CA CAO	65
46. Nguyên liệu.....	65
47. Cách làm	65
48. Cách cho ăn.....	66
PHẦN 11. PHÂN Ủ/PHÂN HỮU CƠ	66
49. Công dụng.....	66
50. Thành phần của đồng phân ủ.....	66
50.1. Tỷ lệ C/N	66
50.2. Ẩm độ	67
50.3. Tưới nước.....	67
50.4. Độ thông thoáng.....	67
50.5. pH	67
50.6. Vi sinh vật tham gia trong quá trình ủ phân.....	67
50.7. Nhiệt.....	68
50.8. Kích thước	68
50.9. Quản lý đồng phân ủ	69
51. Sử dụng phân hữu cơ	69

PHẦN 1.

Sinh thái của cây ca cao

1. Khí hậu

Dưới tầng thấp của rừng mưa Amazon được xem là cái nôi của cây ca cao nơi có nhiệt độ cao ổn định, ẩm độ cao, mưa nhiều và phân bố quanh năm. Theo thời gian ca cao được phát triển nhiều giống mới và được trồng nhiều nơi trên thế giới tập trung trong vùng 15 vĩ độ bắc nam của địa cầu ở cao độ mặt biển đến 800m.

Các nơi trồng ca cao có lượng mưa hàng năm vào khoảng 1500 – 2500 mm và phân bố đều quanh năm. Những nơi có mùa khô kéo dài ca cao cần phải được tưới. Nếu lượng mưa trên 2000mm ca cao dễ có các loại bệnh như nấm hồng, phytophthora, vết sọc đen. Cây ca cao sinh trưởng phát triển tốt ở nhiệt độ khoảng 30 – 32°C. Cao hơn nhiệt độ này ca cao vẫn trồng được nhưng cần thiết lập hệ sinh thái nhiều tầng tán để có được tiểu khí hậu trong vườn ổn định, ít biến động. Nhiệt độ thấp tối thiểu để ca cao phát triển thuận lợi là 18 – 21°C. Cây thiệt hại nghiêm trọng ở nhiệt độ dưới 10°C hoặc dưới 15°C nhưng kéo dài. Vào giai đoạn kinh doanh, sự chênh lệch nhiệt độ ngày đêm cao hạt có hàm lượng bơ cao hơn các vùng khác từ 1 – 2% và bơ có độ tan chảy thấp hơn so với nơi nhiệt độ ngày đêm chênh lệch thấp.

Ẩm độ thích hợp cho ca cao phát triển khoảng 70 – 80%.



Nhiệt độ 7°C. Tử diệp ở cây con bị rụng

2. Gió

Ca cao không thích hợp ở những nơi có gió mạnh kéo dài. Lá ca cao có cuống lá dài, phiến lá rộng nên nếu bị gió lay liên tục sẽ bị tổn thương cơ giới nơi gối lá, nhất là lá non. Nơi nào có tốc độ gió trên 12km/h (3.3m/s) phải có hàng cây chắn gió khi trồng ca cao. Ngoài ra tốc độ gió cao còn làm cây lệch tán trong giai đoạn kiến thiết cơ bản, rụng hoa trong giai đoạn kinh doanh và đất khô nhanh, cây dễ bị bệnh khô thân.



Rụng lá mùa gió mạnh ở Tây Nguyên



Lệch tán



Gãy cuống lá

3. Ánh sáng

Vốn nguyên thủy là loài cây ở tầng thấp trong rừng nhiệt đới nên ca cao chịu được trong môi trường có ánh sáng yếu. Giai đoạn cây con ca cao cần bóng râm vì giai đoạn này rất nhạy cảm với cường độ ánh sáng cao. Để bảo đảm việc trồng mới thành công, có thể nói rằng chưa có bóng che thì chưa nên trồng ca cao. Trong số ít trường hợp dưới chế độ thâm canh cao, có thể trồng mới ca cao trồng thành công mà không cần che bóng.

Baligar et al. (2005) đã báo cáo rằng mức độ ánh sáng cao ($1050 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) gây bất lợi cho sự phát triển của chồi, rễ và lá của cây con, đồng thời làm giảm sự hấp thụ và vận chuyển một số chất dinh dưỡng. Trong 3 tháng đầu tiên sau khi trồng, mức độ che bóng cao là cần thiết, vì có rất ít hoặc không có khả năng tự che nắng trong giai đoạn này, nhưng điều này có thể giảm đi khi cây con phát triển (Raja Harun và Kamariah 1983).

Là một loài chịu được bóng râm, tỷ lệ quang hợp tối đa ở cấp độ lá đạt được trong điều kiện mức độ ánh sáng tương đối thấp ở ca cao (Baligar et al. 2008). Bức xạ bão hòa lên tới $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ đã được báo cáo đối với ca cao (Raja Harun và Hardwick 1988b; Baligar et al. 2008), và biến thể di truyền trong bức xạ bão hòa cũng đã được xác định (Daymond et al. 2011). Điểm bù sáng (mức độ bức xạ mà tại đó CO_2 hấp thụ qua quang hợp và giải phóng qua hô hấp bằng nhau) cũng đã được chứng minh là khác nhau giữa tám kiểu gen trong khoảng từ 11,7 đến $24,7 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Daymond et al. 2011). Raja Harun và Hardwick (1988b) đã quan sát thấy sự giảm quang hợp ở lá ca cao khi tiếp xúc với mức độ bức xạ trên khoảng $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (tức là dưới cường độ bão hòa) sau 3 giờ. Ở các bức xạ trên $500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, tốc độ suy giảm nhanh hơn và mức giảm lớn hơn.

Khả năng quang hợp giảm tuyến tính theo thời gian phơi sáng và ở cường độ ánh sáng trong khoảng từ 200 đến $800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Tuy nhiên, Balasimha et al. (1991) phát hiện ra rằng hiệu ứng giảm bức xạ này chỉ được quan sát thấy khi lượng nước trong đất bị hạn chế. Do đó nếu trong đất đủ nước việc lá giảm khả năng quang hợp sẽ được hạn chế khi tiếp xúc với cường độ ánh sáng cao và lâu.

Sự nở hoa, ra hoa và sản lượng ca cao tăng lên trong điều kiện ánh sáng cao có thể được giải thích bằng việc tăng sản xuất carbohydrate thông qua tỷ lệ đồng hóa cao hơn, vì đỉnh của lượng đường tự do trong vỏ cây trùng khớp với đỉnh nở hoa và trở bông (Owusu et al. 1978).

Nước và dinh dưỡng phải là điều cần thiết khi trồng ca cao trong môi trường nhiều ánh sáng. Tỷ lệ quang hợp và tăng trưởng cao hơn trong những điều kiện này chỉ có thể được duy trì nếu dinh dưỡng, nước được cung cấp để duy trì năng suất cao.

Trong một tán cây trưởng thành, hiện tượng tự che nắng sẽ xảy ra và do đó, các lá phía dưới không phải lúc nào cũng đạt đến độ bão hòa ánh sáng, đặc biệt là trong các hệ thống che bóng. Do đó trong điều kiện nước và dinh dưỡng luôn đầy đủ năng suất ca cao sẽ cao hơn khi loại bỏ bóng râm do tỷ lệ tán cây được chiếu sáng nhiều hơn và do đó khả năng quang hợp của tán cây cao hơn.

Tuy nhiên, năng suất cao không duy trì lâu trong trường hợp này nhất là khi không cung cấp đầy đủ phân bón.

Trong khi ở Cameroon, việc tăng độ che phủ lên tới 47% giúp nâng cao năng suất nhưng độ che phủ lớn hơn 60% lại gây ra những hạn chế về năng suất (Bisseleua et al. 2009). Trồng ca cao mà không có bóng che sẽ đòi hỏi phải quản lý cây trồng chuyên sâu hơn bao gồm tăng lượng phân bón đầu vào để duy trì một hệ thống như vậy trong thời gian dài. Các điều kiện không có bóng râm cũng sẽ làm tăng sự thoát hơi nước và có thể làm trầm trọng thêm tình trạng thiếu độ ẩm của đất ở những nơi hạn chế tiếp cận với hệ thống tưới tiêu. Nhu cầu về bóng râm có thể không bắt buộc ở tất cả các vùng trồng ca cao và khả năng ứng dụng của nó phụ thuộc vào điều kiện khí hậu địa phương. Theo Beer et al. (1997), hệ thống bóng râm có thể có hiệu quả nhất ở vùng khí hậu khô, nóng, nơi chúng có thể giúp tạo ra các điều kiện phát triển thuận lợi hơn thông qua việc điều chỉnh vi khí hậu.

Nghiên cứu Malaysia đã cho thấy là có liên quan đến sự phân bố ánh sáng qua tán cây với năng suất. (Yapp và Hadley 1994). Nghiên cứu này đã chứng minh rằng sự thâm nhập ánh sáng xuyên qua tán cây, chứ không phải ánh sáng do lá đón nhận trực tiếp, có ảnh hưởng lớn hơn đến năng suất ca cao trưởng thành với tán cây khép kín. Điều này được cho là do tỷ lệ lá thấp hơn trong tán cây tiếp xúc với bức xạ cao hơn, do đó làm tăng khả năng quang hợp của tán cây ở những cây có cấu trúc mở hơn.

Ca cao nguyên thủy nằm ở tầng thấp của rừng mưa nhiệt đới, thuộc nhóm cây ưa bóng nên khi lá nhận ánh sáng có cường độ mạnh làm giảm hoạt động quang tổng hợp. Khi cây phát triển, lá có nhiều tầng có thể tự che lẫn nhau và quang hợp tiến hành thuận lợi ở những lớp lá nhận được cường độ ánh sáng thích hợp. Trong giai đoạn kiến thiết cơ bản (cây chưa giáp tán), ánh sáng thích hợp cho cây là 25 – 75% ánh sáng trực tiếp nên cây rất cần cây che bóng. Trong giai đoạn kinh doanh, nếu có đủ nước, dinh dưỡng và tạo hình tốt, ca cao có thể không cần cây che bóng vẫn phát triển tốt.

Ca cao rất thích hợp ở tầng trung trong hệ thống vườn rừng thực phẩm.

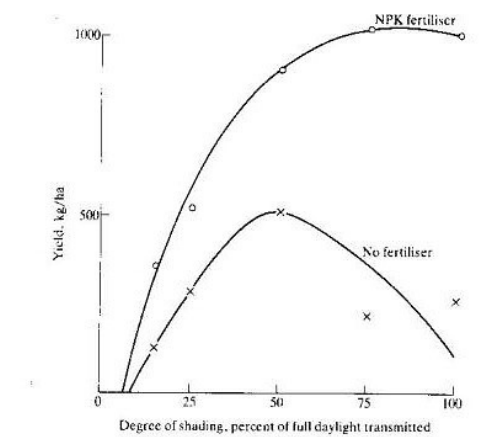


Fig. 7.1 Effect of fertiliser application on yield of cocoa grown at different light levels. SOURCE: Murray (1975).

Hình 1 Ảnh hưởng của dinh dưỡng và che bóng đến năng suất quả ca cao.

Thiếu dinh dưỡng: ánh sáng mạnh cây giảm cường độ quang hợp, cây ít trái.

Đủ dinh dưỡng: ánh sáng mạnh cây cho nhiều trái.

4. Đất

Ca cao có thể phát triển trên nhiều loại đất như đất phù sa, phù sa cổ, đất cát pha, bazan, feralit vàng đỏ. pH đất thích hợp cho ca cao 5.5 – 6.5.



Ca cao Quảng Ngãi



Ca cao Cần Thơ



Ca cao Tây Nguyên



Ca cao trên dốc đá Đồng Nai

4.1. Nhiệt độ và lượng mưa

Điều kiện khí hậu rất quan trọng trong việc xác định năng suất có thể đạt được (Rabbinge 1993; Zuidema và cộng sự. 2005). Theo Snoeck et al. (2010), nhiệt độ trung bình hàng tháng tối ưu là khoảng 26°C-27°C để sản xuất ca cao. Những nhiệt độ này dựa trên khí hậu Ghana. Nhiệt độ cao hơn có thể thích hợp để trồng ca cao khi lượng mưa khác nhau, vì sự gia tăng nhiệt độ chủ yếu sẽ ảnh hưởng đến ca cao thông qua việc tăng khả năng thoát hơi nước (ETP) và do đó có sẵn nước (xem xét trong Läderach et al. 2013). Ví dụ, khu vực rừng nhiệt đới của Malaysia, có thể nóng hơn khoảng 2°C so với Tây Phi, rất thích hợp để trồng ca cao vì lượng mưa được phân bố tốt mà không có tháng khô. Wood (1985a) chỉ ra rằng lượng mưa hàng năm ở hầu hết các nước trồng ca cao là từ 1.250 đến 2.800 mm. Khi lượng mưa dưới 1.250 mm, có khả năng thoát hơi nước gây ra tổn thất độ ẩm lớn hơn lượng mưa có thể bù đắp và ca cao chỉ có thể được trồng ở đây thành công nếu nó có thể được tưới hoặc nếu mực nước ngầm cao.

Lượng mưa hàng năm cao hơn 2.500 mm có khả năng làm tăng tỷ lệ mắc các bệnh nấm như thối trái và VSD (Wood 1985a). Lượng mưa cao cũng dẫn đến rửa trôi nặng dẫn đến đất nghèo hơn, mặc dù trong đất phù sa, độ phì nhiêu có thể được bổ sung bởi lũ lụt (Wessel 1971; Wood 1985a). Phân bố lượng mưa quan trọng hơn tổng lượng mưa hàng năm (Wessel 1971; Wood 1985a; Zuidema và cộng sự. 2005). Nói chính xác hơn, độ ẩm của đất không được giảm xuống dưới mức đủ trong thời gian dài (Zuidema & Leffelaar 2002). Vì độ ẩm của đất cũng phụ thuộc vào điều kiện đất và thoát hơi nước, rất khó để thiết lập các yêu cầu về lượng mưa áp dụng chung cho ca cao.

4.2. Tính chất đất trong hệ thống sản xuất ca cao

4.2.1. Sự thay đổi trong tiêu chí phù hợp với đất

Rõ ràng là có sự đa dạng rộng rãi trong các loại đất mà ca cao được trồng. Sự đa dạng này được xác nhận bởi phân tích đất từ các vùng trồng ca cao trên toàn thế giới được xem xét bởi Wood (1985a).

Tiêu chí phù hợp về đất có thể được áp dụng ở một quốc gia nhưng không áp dụng ở một quốc gia khác (Wood 1985a). Các đặc điểm đất hóa học khác nhau không chỉ tương tác với nhau và với các đặc điểm đất khác, mà còn với các yếu tố như quản lý bóng râm và các yếu tố khí hậu, gây khó khăn cho việc thiết lập các tiêu chuẩn chung. Điều này được minh họa bằng thực tế là P có sẵn, theo Wessel (1971), cần phải gấp đôi trong đất sét so với đất cát. Môi trường trồng ca cao cần được đánh giá tổng thể để thích ứng với phương pháp canh tác với môi trường địa phương (Wood 1985a).

4.2.2. Hàm lượng dinh dưỡng trong đất

Để đạt được năng suất cao, ca cao đòi hỏi một loại đất giàu chất dinh dưỡng (Wessel 1971). Tầm quan trọng của các đặc điểm đất khác, chẳng hạn như pH, phần lớn là do ảnh hưởng của chúng đối với sự sẵn có của các chất dinh dưỡng. Ở nhiều vùng trồng ca cao, hàm lượng dinh dưỡng của đất không sử dụng phân bón kém, đặc biệt nếu đất đã được canh tác trong một thời gian dài (Hartemink & Donald 2005; Baligar và cộng sự. 2006). Mặc dù các chất dinh dưỡng có chức năng khác nhau trong sự phát triển của cây (ví dụ như hình thành tán cây, ra hoa, sản xuất quả), tất cả sự thiếu hụt chất dinh dưỡng cuối cùng sẽ dẫn đến giảm năng suất. Nhu cầu dinh dưỡng hàng năm để thay thế các chất dinh dưỡng lấy ra từ hệ thống có thể được tính toán bằng cách sử dụng cân bằng dinh dưỡng. Tuy nhiên, có rất ít sự đồng thuận về các yêu cầu về sự hiện diện của các chất dinh dưỡng trong đất để sản xuất ca cao. Một số tác giả đưa ra giới hạn thấp hơn về mức độ đầy đủ (Wessel 1971). Tuy nhiên, những người khác nhấn mạnh tỷ lệ tối ưu giữa các chất dinh dưỡng và sử dụng lượng chất dinh dưỡng tối thiểu tuyệt đối cực kỳ nhỏ (Snoeck et al. 2010).

Nếu không sử dụng phân bón, nhiều chất dinh dưỡng được loại bỏ khỏi hệ thống hơn là số lượng được đưa vào. Mặc dù ca cao được hình thành từ rừng nguyên sinh trên đất màu mỡ có thể không cần phân bón trong nhiều năm, cuối cùng, sản xuất ca cao, đặc biệt là không có phân bón, sẽ làm cạn kiệt chất dinh dưỡng của đất (Gockowski et al. 2013). Điều này đã được tìm thấy cả trực tiếp trong các thử nghiệm ca cao dài hạn (ví dụ: Ahenkorah, Akrofi & Adri 1974) và gián tiếp trong nghiên cứu so sánh rừng và hệ thống sản xuất ca cao trong các giai đoạn khác nhau sau khi chuyển đổi rừng (ví dụ: ví dụ trong Hartemink & Donald 2005; Ofori-Frimpong và cộng sự. 2007). Ahenkorah, Akrofi và Adri (1974) ở Ghana đã tìm thấy sự giảm đáng kể hàm lượng N sau 15 năm sản xuất ca cao, bất kể bón phân hay che bóng (có nghĩa là -44,3% N cho lớp 0-5 cm và -39,0% N cho lớp 5-15 cm).

Tính chất đất hóa học trong một số hệ thống sản xuất ca cao có che bóng mà không cần bón phân.

Tốc độ suy giảm chất dinh dưỡng phụ thuộc phần lớn vào năng suất của ca cao. Dự trữ chất dinh dưỡng sẽ cạn kiệt nhanh hơn với sản lượng tăng lên, nhất là trong trường hợp giảm cây che bóng (Cunningham & Arnold 1962; Appiah, Ofori-Frimpong & Afrifa, 2000). Ngay cả những loại đất rừng màu mỡ nhất cũng sẽ không thể hỗ trợ ca cao phát triển mạnh mẽ, không có bóng che trong hơn một vài năm trừ khi sử dụng phân bón. Điều này được hỗ trợ bởi sự tương tác tích cực giữa tầng ánh sáng và phân bón, được thấy trong nhiều thử nghiệm (Cunningham & Arnold, 1962; Ahenkorah, Akrofi & Adri, 1974; Ahenkorah và cộng sự. 1987).

4.2.3. pH

Độ pH của đất ảnh hưởng đến sự hấp thụ và sẵn có của các chất dinh dưỡng (Baligar et al. 2006). Nhiều chất dinh dưỡng trở nên dạng khó tiêu hơn với độ axit tăng lên trong khi những chất khác trở nên dễ tiêu hơn, có thể dẫn đến độc tính của các chất dinh dưỡng này như sắt và nhôm (Wood 1985a).

Hình 5. Ảnh hưởng của độ pH đất đến sự sẵn có của chất dinh dưỡng thực vật. Phần rộng nhất của thanh cho thấy tính khả dụng cao nhất (từ Lucas & Davis, 1961).

Phạm vi tối ưu để trồng ca cao được cho là pH 6.0-7.5 (Wood 1985a). Tuy nhiên, một số loại đất ca cao có nhiều axit hơn vẫn trồng tốt. Mặc dù theo Shamshuddin et al. (2004), ca cao rất nhạy cảm với độ axit, Wood (1985a) lập luận rằng ca cao chịu được điều kiện axit miễn là đất cung cấp đủ chất dinh dưỡng.

Lượng mưa cao có thể dẫn đến rửa trôi chất dinh dưỡng và độ chua của đất (Snoeck et al. 2010). Trong vành đai ca cao Nigeria, lượng mưa hàng năm 1.150-1.650 mm có thể được coi là ít hơn lý tưởng cho sản xuất ca cao. Tuy nhiên, lượng mưa thấp này cũng là lý do chính khiến đất Nigeria không mất dinh dưỡng do rửa trôi (Wessel 1971).

Nói chung, sản xuất ca cao sẽ gây ra axit hóa (giảm pH) của đất (mặc dù điều này không được tìm thấy bởi Ofori-Frimpong et al. 2007). Ví dụ như giảm từ pH 6,8 dưới rừng xuống 5,5 sau 10- 15 năm trồng ca cao ở Nigeria (Hartemink & Donald 2005), từ pH 6,7 xuống 6,2 trong 16 năm trồng ca cao ở Ghana (Ahenkorah et al. 1987), và từ pH 7,5 đến 6,7 ở lớp 0-5 cm và từ 7,4 đến 6,4 ở lớp 5-15 cm ở Ghana (Ahenkorah, Akrofi & Adri, 1974). Độ pH thấp có thể dẫn đến độc tính của các nguyên tố khác nhau, đặc biệt là độc tính Al, từ đó có thể gây ra sự cố định P, tăng trưởng còi cọc và năng suất kém (Delhaize & Ryan 1995; Shamshuddin và cộng sự. 2004; Baligar và cộng sự. 2006). Ở một số vùng sản xuất ca cao, ví dụ như Malaysia và Brazil, pH đặc biệt thấp và bón vôi là một thực tế phổ biến (Delhaize & Ryan 1995; Shamshuddin và cộng sự. 2004; Baligar và cộng sự. 2006).

4.2.4. Độ ẩm của đất

Ca cao nhạy cảm với cả hạn hán và ngập úng. Ngay cả những đợt hạn hán ngắn cũng có thể dẫn đến giảm độ mở khí khổng, quang hợp và thoát hơi nước của lá ca cao (Wessel 1971) và giảm năng suất đáng kể (Gattward et al. 2012). Ngập úng, có thể xảy ra trong mùa mưa ở một số vùng, dẫn đến sự thông thoáng trong đất không đầy đủ (Evans & Murray, 1953). Ngập úng có thể ngăn chặn sự phát triển ban đầu và thời gian kiến thiết cơ bản, và sẽ làm giảm sản lượng trái trong ca cao trưởng thành (Almeida & Valle 2007). Cả ngập úng và hạn hán đều có thể dẫn đến các triệu chứng thiếu nitơ trong ca cao (Evans & Murray, 1953). Lượng nước có thể được lưu trữ trong đất phụ thuộc vào cấu trúc, kết cấu và hàm lượng chất hữu cơ của đất (Wessel 1971). Yêu cầu đất để sản xuất ca cao liên quan đến độ ẩm phụ thuộc vào điều kiện khí hậu.

Ví dụ, nơi có thời kỳ khô hạn, như ở Tây Phi, và / hoặc nơi bức xạ cao, như ở Malaysia, khả năng giữ nước kém có thể dẫn đến thiếu nước tạm thời. Điều này gây ra sự giảm lớn quang hợp và giảm năng suất, trong khi điều này sẽ ít gây ra vấn đề hơn với lượng mưa phân bố tốt và bức xạ thấp, như ở Costa Rica (Zuidema & Leffelaar 2002). Điều kiện đất đai và các yếu tố khí hậu (vi mô) có thể bù đắp phần lớn cho lượng mưa thấp (Wessel 1971). Điều kiện vi khí hậu có thể bị ảnh hưởng bởi sự hiện diện của cây che bóng, nhiệt độ ổn định, độ ẩm, ánh sáng và gió và do đó làm giảm thoát hơi nước.

4.2.5. Chất hữu cơ

Một lượng lớn chất dinh dưỡng, và đặc biệt là N, có trong đất ở dạng hữu cơ. Chất hữu cơ cải thiện cấu trúc của đất, tạo điều kiện thoáng khí và xác định khả năng giữ nước và trao đổi chất dinh dưỡng của đất (Wood 1985a). Do đó, chất hữu cơ trong đất có thể đóng một vai trò quan trọng trong việc duy trì độ phì nhiêu của đất (van Noordwijk et al. 1997).

Hầu hết các chất hữu cơ của đất được tìm thấy trong lớp đất mặt. Wessel (1971) phát hiện ra rằng dưới ca cao, hàm lượng đất của tổng N, P hữu cơ, CEC và tổng các bazơ trao đổi (trong giới hạn pH nhất định) đều có tương quan dương mạnh với hàm lượng chất hữu cơ của đất.

Ca cao thường được thiết lập trên đất bị phá rừng, gây ra sự xáo trộn trạng thái cân bằng chất hữu cơ tồn tại giữa rừng và đất (Wessel 1971). Chất hữu cơ trong đất ban đầu suy giảm nhanh chóng do xói mòn, giảm nguồn cung cấp từ lá rụng. Một trạng thái cân bằng mới đạt được khi một tán cây kín được hình thành, và có thể được duy trì trong một thời gian dài khi năng suất nhỏ và tán cây vẫn còn nguyên vẹn (Cunningham & Arnold 1962; Wessel 1971).

Điều tích cực khi trồng ca cao là ngay cả khi carbon bị mất trong canh tác ca cao, lưu trữ carbon dưới ca cao thường vẫn cao hơn so với các loại đất tương đương được trồng hàng năm (xem xét trong Hartemink & Donald 2005).

4.2.6. Kết cấu đất

Kết cấu đất ảnh hưởng đến khả năng lưu trữ nước và chất dinh dưỡng của đất. Đất sét thường chứa nhiều chất hữu cơ và chất dinh dưỡng hơn đất cát (Feller & Beare, 1997), làm tăng sức sống của cây (Wessel, 1971). Đất cát dễ bị rửa trôi hơn (Aranguren, Escalante & Herrera 1982). Đất sét có khả năng giữ ẩm lớn, trong khi đất cát có khả năng thoát nước tốt. Nước được lưu trữ trong đất sét có thể không dễ dàng có sẵn cho cây trồng và việc giải phóng nước cho cây chậm hơn và thậm chí nhiều hơn trong đất cát (Wessel 1971; Gõ 1985a). Sự thông thoáng trong đất sét ẩm kém (Wood 1985a). Cây trong đất sét có sẵn chất dinh dưỡng tốt sẽ có hệ thống rễ phát triển tốt hơn khiến chúng ít bị ảnh hưởng bởi stress hạn hán, mặt khác, độ sâu rễ có thể sâu hơn trong đất cát cũng làm giảm căng thẳng hạn hán (Wessel 1971). Một lượng lớn sỏi trong đất sẽ làm giảm khả năng giữ nước của nó (Wessel 1971). Khả năng giữ ẩm cao sẽ đặc biệt quan trọng ở những vùng có mùa khô rõ ràng để cung cấp cho cây đủ độ ẩm trong những tháng này (Wessel 1971). Mặt khác, trong đất sét axit ở bán đảo Malaysia, cây ca cao có thể chết trong vòng một tuần do ngập úng (Wood 1985a). Theo Zuidema et al. (2005), đất mùn sẽ cho năng suất tốt nhất (so với đất cát và đất sét) đặc biệt là dưới lượng mưa dưới mức tối ưu.

5. Nước

5.1. Lượng mưa

Lượng mưa là yếu tố môi trường quan trọng nhất ảnh hưởng đến năng suất ca cao (Wood 1985). Alvim (1977) cho rằng lượng mưa trung bình từ 1400 đến 2000 mm năm⁻¹ là đủ để hỗ trợ sự phát triển của cây ca cao, và dưới 1200 mm năm⁻¹ dẫn đến thiếu hụt nước trong đất và giảm tăng trưởng và năng suất. Tuy nhiên, sự phân bố lượng mưa hàng năm thường quan trọng hơn tổng lượng hàng năm và các loại đất khác nhau có đặc tính giữ nước khác nhau làm thay đổi độ nhạy cảm của cây ca cao đối với thâm hụt nước trong đất.

Thời kỳ khô hạn kéo dài khi lượng mưa dưới 100 mm tháng⁻¹ trong hơn 3 tháng có thể có tác động tiêu cực đáng kể đến sự phát triển và năng suất của cây.

Môi trường của lưu vực sông Amazon, nơi ca cao phát triển, thường không phải là môi trường hạn chế nước, và nhiều đặc điểm sinh lý và hình thái của ca cao không phù hợp để đối phó với những hạn chế về nước. Ca cao có lá to, rộng, mất nước nhanh chóng trong điều kiện chiếu xạ cao. Nó cũng có một hệ thống rễ tương đối nông với phần lớn rễ cấp 2 -3 (rễ ngang) nằm ở phần trên 0,4–0,8 m của đất nên không thể hấp thu được phần nước bên dưới sâu. Mạch gỗ của thân ca cao có đường kính lớn hơn rêu cho thấy tính chất này thuận lợi cho sự vận chuyển hiệu quả nước từ rêu trên lá nhưng lại là sự bất lợi khi nước trong đất bị hạn chế làm tăng độ nhạy cảm của ca cao với sự khô hạn. Tuy nhiên, mối quan hệ giữa lượng mưa và năng suất rất phức tạp và phụ thuộc vào giai đoạn phát triển của quả mà tại đó sự thiếu hụt nước xảy ra (Ali 1969). Lượng mưa đã được ghi nhận là có lợi cho năng suất trong giai đoạn đầu phát triển của quả nhưng trở nên ít ảnh hưởng hơn trong giai đoạn sau và thậm chí có thể có tác động tiêu cực khi quả đạt đến độ chín, vì điều kiện ẩm ướt có thể dẫn đến tăng tỷ lệ mắc bệnh. (Bridgland 1953 tại Fordham 1972). Ở Nigeria, lượng mưa có liên quan tích cực đến trọng lượng hạt trong 4 tháng đầu phát triển quả nhưng trong giai đoạn sau có ít hoặc không có tác dụng (Toxopeus và Wessel 1970), một nghiên cứu ở Indonesia cho thấy thiếu nước trong giai đoạn đầu phát triển quả gây ra giảm năng suất và không được phục hồi cả khi nước được cung cấp đầy đủ lại trong quá trình phát triển sau này (Schwendenmann et al. 2010).

Ở ca cao, sự phát triển của quả thường mất từ 5 đến 6 tháng và trong 8 tuần đầu tiên sau khi thụ phấn, sự phát triển của quả rất chậm.

Sự phân chia tế bào nhanh chóng và giãn nở của tế bào xảy ra trong 8 đến 18 tuần sau khi thụ phấn (Chairun Nisa Haris 1988). Trong ca cao, cơ chế thiếu nước tác động đến sự phát triển quả sớm chưa được hiểu rõ. Sự phát triển của quả, nói chung, xảy ra thông qua một quá trình phân chia tế bào và mở rộng tế bào. Ở thực vật, tổng số tế bào thường có ảnh hưởng lớn hơn kích thước tế bào đến kích thước cơ quan cấu thành (Dante et al. 2014). Ít phân chia tế bào dẫn đến ít tế bào có sẵn để các mô mở rộng trong giai đoạn tiếp theo. Do đó nếu thiếu nước trong giai đoạn đầu phát triển của quả thì cho dù giai đoạn sau các điều kiện đều tối ưu cũng không giúp kích thích quả và năng suất hạt đạt mức độ bình thường được. Sự mở rộng tế bào cũng bị ảnh hưởng bởi các yếu tố bên ngoài như nguồn nước sẵn có vì đó là nguồn tạo sức trương tế bào tạo lực vật lý cần thiết cho sự mở rộng tế bào. Hạt ca cao có hàm lượng lipid cao, và một hoạt động trao đổi chất chính trong việc phát triển hạt là chuyển đổi sucrose, thông qua glycolysis, thành dầu và lipid.

Sự suy giảm hấp thụ carbon trong thời gian thiếu nước có thể hạn chế vận chuyển đường và tích lũy lipid trong hạt đang phát triển và kết quả là thiếu nước hạt sẽ nhỏ và làm lượng chất béo trong hạt thấp.

Điều hòa khí khổng là một trong những cơ chế chính liên quan đến bảo tồn nước trong thời kỳ thiếu nước vì khí khổng rất quan trọng để điều chỉnh tốc độ thoát hơi nước, và việc đóng khí khổng cũng có thể hạn chế sự hấp thụ carbon cho quang hợp. Tuy nhiên, vì việc giảm độ mở khí khổng hạn chế thất thoát nước ở mức độ lớn hơn so với sự hấp thụ carbon (Farquhar và Sharkey 1982).

5.2 Thiếu nước

Khi thiếu nước lá chậm tăng trưởng làm giảm diện tích lá để đáp ứng với thâm hụt nước trước khi giảm vận chuyển sản phẩm quang hợp hoặc đồng hóa (Joly và Hahn 1989; Deng và cộng sự. 1989, 1990b). Trong ca cao, lá mới xuất hiện theo các đợt ra chồi và mỗi đợt ra chồi thường có 3 đến 6 cặp lá. Ban đầu chúng mềm nhưng dần dần cứng lại sau khi mở rộng toàn bộ lá (Toxopeus 1985). Việc ra chồi ca cao được kiểm soát bởi các yếu tố nội sinh và môi trường. Nếu môi trường thuận lợi, sự ra chồi chủ yếu nằm dưới sự kiểm soát của các yếu tố nội sinh (Taylor và Hadley 1988). Khi cây bị hạn, sự ra chồi bị ức chế và được phục hồi khi độ ẩm của đất được bổ sung (Antwi và cộng sự. 1994). Ngày nay, sản xuất ca cao thương mại xảy ra ở các khu vực định kỳ trải qua các điều kiện như nhiệt độ cao, chiếu xạ và thâm hụt áp suất hơi cao (VPD) và thâm hụt độ ẩm của đất, mà ca cao đã không phát triển để đối phó.

Ca cao cho thấy hình thái có khả năng biến đổi thích nghi trong điều kiện thiếu nước. Các lá được tạo ra sau thời kỳ khô hạn có xu hướng nhỏ hơn và có tuổi thọ ngắn hơn (Sale 1970), đây có thể là một đặc điểm thích nghi có thể giúp hạn chế diện tích thoát hơi nước. Antwi (1994) cũng quan sát thấy độ dày lá tăng và hàm lượng sáp biểu bì trên lá ca cao dày hơn khi bị thiếu nước. Rụng lá nhanh chóng xảy ra ở một số kiểu gen để đáp ứng với sự thiếu hụt nước, và tương tự, điều này có thể giúp duy trì tình trạng nước thực vật bằng cách giảm diện tích bề mặt thoát hơi nước (Antwi et al. 1994). Ở ca cao non, giảm diện tích lá, lá, chồi và trọng lượng khô rễ, chiều cao cây và chu vi thân đã được ghi nhận để đối phó với thiếu nước (Mohd Razi et al. 1992; Alban và cộng sự. 2016; Lahive và cộng sự. 2018). Trong ca cao được trồng theo hệ thống nông lâm kết hợp ở Brazil, hạn hán đặc biệt nghiêm trọng trong sự kiện El Niño năm 2015-16 đã làm tăng tỷ lệ chết của cây và giảm năng suất tiềm năng trung bình lên 89%.

Sự kìm hãm năng suất này vẫn còn rõ ràng 9 tháng sau khi hạn hán kết thúc (Gateau-Rey et al. 2018). Trong cây con ở vùng nhiệt đới, hàm lượng carbohydrate phi cấu trúc cao hơn trước khi bắt đầu thiếu nước có liên quan đến việc tăng tỷ lệ sống sót khi có hạn hán nghiêm trọng (O'Brien et al. 2014). Dự trữ carbohydrate lớn hơn trong cây ca cao trưởng thành có thể giải thích cho sự khác biệt về khả năng chịu đựng thiếu nước so với cây con. Hệ thống rễ lớn hơn ở cây già cũng cho phép tiếp cận nhiều hơn với độ ẩm của đất, có thể không thể tiếp cận với cây con nhỏ hơn. Mô hình phân bố sinh khối thường thay đổi ở thực vật tiếp xúc với thiếu nước gây ra sự thay đổi tỷ lệ rễ / chồi. Trong ca cao, những thay đổi đối với sản xuất sinh khối rễ dưới sự thiếu hụt

nước khác nhau và dường như là kiểu gen cụ thể với cả tăng và giảm tăng trưởng rễ được báo cáo để đáp ứng với thâm hụt nước (Mohd Razi et al. 1992; Moser và cộng sự. 2010; dos Santos và cộng sự. 2014, 2016).

Khả năng tăng trưởng rễ dưới sự thiếu hụt nước có thể là một đặc điểm có lợi để mang lại khả năng chịu đựng thâm hụt nước trong đất, bằng cách cho phép tiếp cận và hấp thụ nước đất nhiều hơn (dos Santos et al. 2014, 2016).

Ca cao có một hệ thống rễ nông chiếm các lớp đất trên và có khả năng hạn chế khả năng tiếp cận nước sâu trong thời gian hạn chế nước (Nygren et al. 2013; Kummerow và cộng sự. 1982). Cấu trúc rễ và sự phân bố của rễ trong phẫu diện đất rất quan trọng trong việc xác định sự hấp thụ nước và chất dinh dưỡng. Khả năng của cây điều chỉnh diện tích bề mặt rễ của nó để đáp ứng với điều kiện môi trường cũng rất quan trọng (Smith và De Smet 2012) và là một khu vực chưa được nghiên cứu trong ca cao. Có một số bằng chứng cho thấy việc sử dụng kali có thể giúp giảm thiểu tác động tiêu cực của thiếu nước đối với sự phát triển của cây ca cao, và phản ứng này dường như là kiểu gen cụ thể (de Almeida và Valle 2007; Djan và cộng sự. 2018).

Sự sinh trưởng sinh sản của ca cao được cho là nhạy cảm hơn với giới hạn nước so với sinh trưởng sinh dưỡng (Schwendenmann et al. 2010). Sale (1970) cho thấy kích thước ra hoa và quả khi trưởng thành đã giảm ở cây ca cao bị thiếu nước so với cây được trồng với đủ nước. Ở Ghana, tưới bổ sung kích thích ra hoa và đậu quả trong ca cao trồng trên đồng ruộng (Hutcheon et al. 1973). Adjalo et al. (2012) báo cáo sự gia tăng cường độ ra hoa trong mùa mưa lớn, sự suy giảm trong mùa mưa nhỏ và sự suy giảm hơn nữa trong mùa khô. Ở Costa Rica, Young (1983) đã báo cáo các đỉnh hoa ra hoa trùng với đỉnh điểm về lượng mưa. Tuy nhiên, trong nghiên cứu khác, sự rụng hoa đã được ghi nhận trong những tháng ẩm ướt nhất có thể liên quan đến mức độ chiếu xạ thấp hơn và/ hoặc nhiệt độ mát hơn. Do đó, tình trạng nước thực vật dường như là một yếu tố quan trọng điều chỉnh sự ra hoa trong ca cao. Trong khi số lượng hoa hiếm khi bị giới hạn trong ca cao (thường ít hơn 5% hoa được chuyển đổi thành quả) (Toxopeus 1985), sự thay đổi theo mùa về số lượng hoa có liên quan đến thời vụ tiếp theo (Daymond 2000), có lẽ vì cường độ ra hoa của một giống nhất định là dấu hiệu của sự phân bổ carbohydrate để sinh sản. Có rất ít thông tin về động lực phân bổ carbon trong ca cao và điều này bị ảnh hưởng như thế nào bởi điều kiện khí hậu.

Ca cao có xu hướng ưu tiên vận chuyển chất dinh dưỡng cho tăng trưởng dinh dưỡng (chồi, lá) thực vật hơn tăng trưởng sinh sản và có chỉ số thu hoạch tương đối thấp (tỉ lệ giữa sinh khối kinh tế và tổng sinh khối). Ví dụ, trong những cây 10 năm tuổi ở Vanuatu, quả ca cao chiếm 12% sản lượng chất khô cây sản xuất hàng năm (Bastide et al. 2009).

Sản phẩm quan hợp được vận chuyển về cơ quan sinh trưởng dinh dưỡng nhiều hơn về các cơ quan sinh trưởng sinh sản (hoa, quả); (Bastide et al. 2009). Có tiềm năng cải thiện năng suất đáng kể thông qua việc xác định sự cân bằng tối ưu giữa tăng trưởng sinh dưỡng và sinh sản trong ca cao và các cơ chế điều chỉnh điều này.

5.3. Ngập úng

Mặc dù ca cao cho thấy nhạy cảm với hạn hơn so với lũ lụt (de Almeida et al. 2016), nhưng nó có tác dụng ức chế quang hợp và (Sena Gomes và Kozlowski 1986; de Almeida et al. 2016; da Silva Branco và cộng sự. 2017), về lâu dài, dẫn đến giảm sự phát triển của lá, thân và rễ, và thay đổi tỷ lệ rễ / chồi (Sena Gomes và Kozlowski 1986; Bertolde và cộng sự. 2010). Giảm hàm lượng diệp lục lá và thiệt hại cho hệ thống quang hợp II (PSII) cũng đã được quan sát thấy ở những cây bị ngập nước (Bertolde et al. 2012; da Silva Branco và cộng sự. 2017) và sự biến đổi di truyền trong các phản ứng này là rõ ràng (Bertolde et al. 2010). Sự phát triển rễ bất định trên thân là một phản ứng thích nghi với lũ lụt ở một số loài thực vật. Bằng chứng về sự hình thành rễ bất định đã được ghi nhận sau 12 ngày lũ lụt ở ca cao non, trồng trong chậu. Sự suy giảm quang hợp do ngập lụt diễn tiến

chậm hơn ở ca cao được che bóng so với ca cao không che bóng. (da Silva Branco et al. 2017). Trong các nghiên cứu này, cây con hoặc cây non được nhân giống bằng cách giâm cành đã được sử dụng. Nghiên cứu duy nhất về lũ lụt ở những cây trưởng thành mà chúng ta biết được thực hiện ở Peru trong một đợt lũ lụt đặc biệt tồi tệ vào năm 2012 (Delgado et al. 2016).

Quan sát trong tự nhiên, sự sống sót của cây bị ngập lụt dường như có liên quan đến tuổi của cây. Ít cây non được sống sót trong điều kiện ngập lụt.

Tóm lại, lượng mưa đóng vai trò rất quan trọng trong sản xuất ca cao và tác động đến sự sinh trưởng, ra lá, hoạt động quang hợp và khí khổng. Trong khi ca cao đã được mô tả là đặc biệt nhạy cảm với sự thiếu nước nhưng trong trường hợp này cây trưởng thành ít nhạy cảm hơn cây con trên đồng ruộng có thể do nguồn dự trữ sẵn có lớn hơn ở cây già.

Ca cao không thích hợp các chân đất ngập úng, khó thoát nước. Tuy nhiên cây có thể chịu được ngập nước hoàn toàn trong vài giờ mà không ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển như trường hợp ca cao ở đồng bằng sông Cửu Long trong vùng ảnh hưởng nước thủy triều. Nếu ngập liên tục trong vài ngày cành bị chết dần và cây chết hoàn toàn trong 1 tuần ngập nước. Phần thấp ở sườn đồi, sườn núi ở vùng cao mực thủy cấp có sự chênh lệch lớn giữa mùa khô và mưa, cây dễ bị chết vào mùa mưa khi mực thủy cấp dâng cao.

Nước mặn ảnh hưởng rất lớn đến sinh trưởng cây ca cao. Nồng độ mặn 0.4% ca cao có triệu chứng cháy rìa lá, 0.6% làm rụng hoa, khô trái và sẽ chết nếu kéo dài.

Khi vào giai đoạn kinh doanh, ca cao cần nước khoảng 25 - 30 lit/cây/ngày. Tuy nhiên lượng nước cung cấp cho ca cao và mùa khô sự khác biệt nhiều tùy thuộc vào mô hình canh tác, điều kiện môi trường (nhiệt độ, cường độ ánh sáng, tốc độ gió, ...), và kỹ thuật canh tác (chắn gió, che bóng, tủ gốc, tưới dãi, tưới phun, tưới nhỏ giọt, ...)

Ca cao (*Theobroma cacao* L.), thuộc lớp Magnoliopsida, bộ Malvales, họ Malvaceae, chi *Theobroma* và loài Ca cao, là loại quả chính của chi được trồng rộng rãi, do giá trị và tầm quan trọng của hạt là nguyên liệu chính để sản xuất ra sô cô la.

Ca cao bắt nguồn từ đầu nguồn sông Amazon, và nó đã mở rộng theo hai hướng chính, bắt nguồn thành hai nhóm quan trọng: Criollo và Forastero (Pires, 2003). Theo Beckett (1994), những thuật ngữ này ban đầu được sử dụng ở Venezuela để phân biệt vật liệu bản địa của khu vực (Criollo) với vật liệu du nhập (Forastero). Criollo, lan rộng về phía bắc đến sông Orinoco, thâm nhập vào Trung Mỹ và Nam Mexico, giống này cho những quả lớn với bề mặt nhăn nheo, mỏng hoặc dày, có màu đỏ hoặc xanh lục (Tucci et al., 1996) (Hình 1). Ngoài ra, hạt của nó lớn, bên trong có màu trắng hoặc tím nhạt. Đó là loại ca cao được trồng bởi người da đỏ Aztec và Maya.

Forastero đã lan rộng qua lưu vực sông Amazon về phía Guianas. Đó là ca cao Brazil đích thực, có hạt có sắc tố đậm, bên trong màu tím sẫm hoặc hơi đen, quả màu xanh khi còn non và màu vàng khi chín, hình trứng, bề mặt nhẵn, không thấy có rãnh hoặc nhăn (Beckett, 1994; CEPLAC, 2001).

Ca cao là loài cây thân gỗ nhỏ, trong tự nhiên có thể cao đến 10 – 15m hoặc có thể lên đến 20 m khi cạnh tranh ánh sáng với cây khác trong rừng. Trong sản xuất chiều cao ca cao thường khống chế trong khoảng 4 m để dễ chăm sóc và thu hoạch.



Ca cao bị mặn vào mùa khô ở đồng bằng sông Cửu Long.

Theo Batalha (2009) cây ca cao phát triển ở vùng khí hậu nóng ẩm trong phạm vi địa lý bao gồm giữa vĩ tuyến 20°N và 20°S. Việc trồng trọt của nó kéo dài từ Venezuela, đi qua Colombia, Trung Mỹ và Mexico. Khi phân tán dọc theo sông Amazon, nó cũng đến Guianas.

Tuy nhiên, khoảng 70% sản lượng thế giới đến từ Tây Phi, chủ yếu từ Bờ Biển Ngà (40%),

Ghana (20%), Nigeria (5%) và Cameroon (5%). Brazil, trước khi xuất hiện bệnh chổi sể (*Moniliophthora perniciosa*) vào năm 1989, là nước sản xuất ca cao lớn thứ hai thế giới, tụt xuống vị trí thứ 4, chỉ chiếm 4% sau bệnh này (Leite, 2012).

PHẦN 2.

Đặc điểm hình thái của cây ca cao

6. Thân

Cây thực sinh: Đối với cây ca cao gieo từ hạt, sự phát triển của thân có thể chia làm 3 giai đoạn:

- **Giai đoạn 1:** Hạt nảy mầm thượng địa (lá mầm nhô lên khỏi mặt đất). Đoạn thân dưới lá mầm không có mầm bất định.
- **Giai đoạn 2:** Lá mầm mở, 3 lá đầu tiên phát triển, đốt rất ngắn sau đó lá tăng trưởng diện tích và đốt kéo dài. Khi lá thuần thực, đợt sinh trưởng kế tiếp bắt đầu với chồi mới xuất hiện với các lá non trên các đốt rất ngắn. Mỗi đợt sinh trưởng kéo dài từ 4 – 6 tuần. Tùy theo giống và điều kiện môi trường, thân có thể cao từ 0.5 – 2.0m trong giai đoạn này.
- **Giai đoạn 3:** Cây tạm ngừng tăng trưởng về chiều cao. Chung quanh đỉnh ngọn các cành ngang phát triển cùng một độ cao (Với giống ca cao thuộc nhóm Forastero và Trinitario có 5 cành; Criollo có 3 cành) và tạo tầng cành đầu tiên. Lá trên cành ngang theo vị trí đối cách (đối diện và so le) trong khi trên thân chính là xoắn ốc. Nếu đỉnh ngọn bị tổn thương trước khi phát triển tầng cành, chồi bên ở nách lá gần đỉnh ngọn sẽ phát triển và tăng trưởng theo hướng thẳng đứng và sau đó cũng phân cành ngang như thân chính.

Một thời gian sau (có khi kéo dài hàng năm) khi tầng cành đầu tiên xuất hiện, 1 hay nhiều chồi bên của nách lá trên thân chính phát triển và tăng trưởng thẳng đứng và diễn tiến như giai đoạn 3 mô tả bên trên. Sự phát triển lặp lại và cây có thể có nhiều tầng cành và cây cao đến 10 – 15 m.

Với giống khác nhau, độ cao của tầng cành khác nhau. Nhiệt độ cao và ánh sáng trực tiếp thúc đẩy sự hình thành tầng cành sớm.



Ca cao thực sinh



Ca cao ghép



Ca cao sinh trưởng tự nhiên

Cây ghép: Sự phát triển thân ở cây ghép có 2 trường hợp:

- Trường hợp 1: Chồi ghép lấy từ thân chính của cây thực sinh hoặc là một đoạn của chồi vượt: Sự phát triển của thân trong trường hợp này giống như cây thực sinh.
- Trường hợp 2: Chồi ghép là cành ngang: Các chồi trên cành ghép phát triển thành cành cấp 1. Tùy theo giống và điều kiện môi trường (nhiệt độ, ánh sáng) cành cấp 1 phát triển một số cành từ nách lá thành cành cấp 2 rồi cành cấp 3 từ cành cấp 2, ... và hình thành cây có dạng lùm bụi với nhiều cành nhánh trên một gốc. Trong sản xuất cây giống ghép phải được tỉa tạo hình trong quá trình phát triển để đáp ứng nhu cầu chăm sóc đi lại và cho năng suất cao.

7. Lá

Ca cao không ra lá liên tục mà theo từng đợt. Tùy theo giai đoạn sinh trưởng của cây và các yếu tố môi trường, mỗi đợt lá có từ 4 – 10 lá. Sau mỗi đợt lá, đỉnh cành vào trạng thái ngủ. Thời gian ngủ thường từ 4 – 6 tuần. Ca cao trồng không che bóng và nhiệt độ môi trường cao kích thích thời gian ra chồi lá nhanh hơn. Cây thiếu dinh dưỡng và nước thời gian ra chồi lâu, lá mau già và rụng. Kích thước phiến lá thay đổi rất lớn trên cây ca cao. Cây thiếu sáng hoặc ánh sáng yếu phiến lá to, mỏng và ngược lại phiến lá dày nhỏ hơn khi có đầy đủ ánh sáng.

Màu sắc lá non khác nhau tùy theo giống và rất đa dạng như xanh nhạt, vàng nhạt, hồng, đỏ nhạt, đỏ đậm và tất cả đều chuyển sang màu xanh lá thẫm khi thuần thực. Ca cao chỉ có khí khổng ở mặt dưới phiến lá là nơi trao đổi chất khí và lỏng với môi trường bên ngoài.

Ở cây thực sinh, trên thân chính hoặc cành vượt lá mọc theo hình xoắn ốc và có cuống lá dài 7 – 9 cm trong khi ở cành ngang cuống lá dài 2 – 3 cm và mọc đối cách. Đối với cây ghép, chỉ có lá mọc đối cách và cuống lá ngắn. Trong một số trường hợp trên cây ghép có những chồi phát triển dạng hình giống như gieo từ hạt, mọc thẳng, lá xoắn ốc và phát triển tầng cành nhưng quả vẫn không thay đổi tính chất so với cây mẹ. Nếu dùng loại cành này làm cành ghép sẽ được cây ca cao nhân vô tính nhưng dạng hình của cây thực sinh thuận lợi cho việc tia cành tạo hình sau này.



Vị trí lá trên thân chính



Vị trí lá trên cành ngang

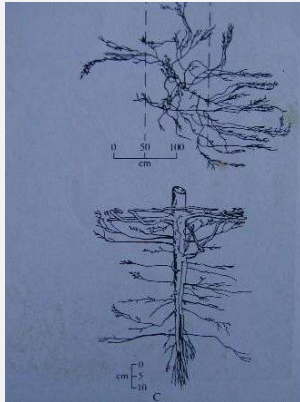


Lá trên thân chính và trên cành ngang
(cuống lá ngắn)

8. Rễ

Ca cao có đủ rễ cọc/trụ/cái, rễ ngang rễ tơ/lông hút. Rễ cọc giữ cây đứng vững, mọc thẳng sâu xuống đất đến 1.0 – 1.5m hoặc lên đến 2.5 m trên nền đất tốt. Nếu cây trồng thông qua vườn ươm với thời gian 3 tháng đối với cây thực sinh và trên 6 tháng đối với cây ghép thì tất cả các rễ cọc đều bị cong do giới hạn chiều sâu của đáy bầu đất thường không quá 0.3 m. Rễ cọc sẽ tiếp tục phát triển khi cắt ngang nên khi trồng cần cắt bỏ phần rễ cong trong bầu đất để giúp rễ cắm sâu thuận lợi vào đất sau khi trồng.

Trên rễ cọc có nhiều rễ ngang tập trung phần dưới cổ rễ khoảng 0.2 – 0.5 m. Rễ ngang phân nhiều nhánh cấp 2, cấp 3,... và phần đầu các rễ ngang này là các lông hút tạo nên một mạng lưới rễ nằm trên vùng sát mặt đất và là vùng hoạt động tích cực của rễ trong việc hút nước và dinh dưỡng khoáng. Biện pháp tủ gốc để giữ ổn định nhiệt độ và kéo dài ẩm độ đất trong mùa khô rất quan trọng trong việc duy trì hoạt động có hiệu quả của lớp rễ ngang này.



Hệ thống rễ ca cao trong đất



Hầu hết rễ cọc đều bị cong khi cây con sinh trưởng trong bầu đất.



Rễ cọc tiếp tục phát triển sau khi cắt bỏ phần cong.



Rễ ngang chủ yếu tập trung trên lớp đất mặt

9. Hoa

Hoa phát triển trực tiếp trên sẹo lá ở thân cành và ra quanh năm nếu đủ nước và dinh dưỡng. Hoa có thể có màu trắng, hồng, vàng hoặc đỏ. Do hoa chỉ ra trên sẹo lá và lâu ngày nơi đây phình to gọi là đệm hoa. Mỗi đệm hoa có thể mang rất nhiều hoa. Nếu đệm hoa bị tổn thương, lượng hoa sẽ giảm hoặc không ra hoa. Khi quả trong giai đoạn phát triển thì hoa sẽ ít đi vì có sự cạnh tranh hợp chất quang hợp. Điều tương tự cũng xảy ra trong trường hợp có chồi lá mới xuất hiện tập trung. Đối với cây thực sinh, cây có hoa sau khi trồng 15-20 tháng trong khi cây ghép hoặc giâm cành là 10- 15 tháng. Một cây ca cao trong một năm có thể có từ vài ngàn đến hàng trăm ngàn hoa nhưng chỉ có từ 2-5% hoa nhận được phấn để đậu trái. Hoa nở mà không được thụ phấn sẽ rụng trong vòng 48 giờ. Chỉ khoảng 20% số hoa được thụ phấn sẽ phát triển cho đến lúc trái chín.

Việc ra hoa sớm muộn, ít nhiều ảnh hưởng bởi giống và yếu tố môi trường như nước, nhiệt độ, ánh sáng, dinh dưỡng hoặc kỹ thuật canh tác như tỉa cành.

Hoa ca cao nhỏ với 5 cánh hoa đều đặn, có đường kính hoa 1-2 cm với cuống dài 1-3 cm. Hoa bắt đầu nở khoảng 3 giờ chiều hôm trước đến 9 giờ sáng hôm sau. Nhị hoa (chứa phấn hoa) có mũ bao trùm và 5 nhụy hoa (chứa noãn) kết hợp liền nhau tạo thành một khối.

Cấu trúc phức tạp này làm sự thụ phấn khó khăn. Do nhị hoa bị che kín nên hạt phấn dính không thể phát tán do gió nên buộc phải cần được sự giúp đỡ của côn trùng cho quá trình thụ phấn. Nhưng do không gian nhỏ bên trong mũ trùm lên nhị nên chỉ côn trùng nhỏ hơn 2-3 mm mới có thể xâm nhập vào hoa ca cao và tiếp xúc được với phấn hoa.



Hoa mọc ở sẹo lá



Đệm hoa



Để trở thành loài thụ phấn, những con côn trùng nhỏ này trước tiên phải chui vào dưới mũ che nhị của bông hoa, nơi phần hoa dính có thể dính vào cơ thể chúng, sau đó chúng phải vào chòm đầu nhụy để gửi phấn hoa này cho noãn được thụ tinh. Nhiều cây ca cao không có tính tự tương hợp (Self-incompatible) có nghĩa là hoa của chúng không thể được thụ phấn bằng phấn hoa của chính chúng mà cần phấn hoa từ một cây khác. Do đó, các loài thụ phấn cần có khả năng di chuyển hiệu quả giữa các cây để thụ phấn cho hoa.

Côn trùng chính thụ phấn cho hoa ca cao thuộc họ Ceratopogonidae với chi *Forcipomyia* và ở mức độ thấp hơn là họ Cecidomyiidae. Côn trùng có thể bay xa 50 m nhưng trong vườn ca cao thường di chuyển không xa.

Côn trùng thụ phấn đẻ trứng và ấu trùng phát triển trong môi trường ẩm ướt như các lớp hữu cơ mục từ lá, thân chuối, vỏ ca cao và trong nước đọng ở lá thân cây dừa/thơm. Trong môi trường độc canh nơi ít có bóng râm, ít chất hữu cơ, đất khô và sử dụng nhiều thuốc trừ sâu là môi trường không thuận lợi để côn trùng thụ phấn sinh sản nên sẽ ảnh hưởng đến sự thụ phấn của hoa.

10. Quả

10.1. Sự phát triển của quả

Sau khi thụ phấn có kết quả, quá trình sinh trưởng và trưởng thành của quả ca cao kéo dài khoảng 150 ngày, chia làm 2 giai đoạn (McKelvie, 1956).

- **Giai đoạn đầu tiên** là giai đoạn phát triển, kéo dài khoảng 75 ngày, trong đó vỏ tăng trưởng cùng với các bầu noãn. Tế bào nội nhũ và lớp cơm hạt cũng tăng trưởng nhanh. Trong 50 ngày đầu hợp tử chưa hoạt động. Chiều dài quả tăng trưởng chậm.
- **Giai đoạn thứ hai** kéo dài 50–75 ngày sau khi thụ phấn bắt đầu với sự phân chia của hợp tử và sự phát triển của phôi. Quả bắt đầu to lên và chiều dài của chúng cũng tăng lên. Quả giai đoạn này đạt khoảng 50% kích thước cuối cùng của chúng.

Trong giai đoạn này quả dễ hư do sinh lý gọi là 'héo sinh lý'. Triệu chứng là nguyên quả chuyển sang màu vàng nhạt, teo lại rồi khô đen. Giai đoạn thứ hai bắt đầu khoảng 85 ngày sau khi thụ phấn, là giai đoạn trao đổi chất tích cực, trong đó chất béo, protein dự trữ và anthocyanin tích tụ trong hạt. Sự phát triển của vỏ quả và noãn chậm lại do sự phát triển của phôi. Phôi phát triển chiều dài từ 0,2 cm sau 85 ngày lên hơn 3 cm sau 150 ngày. Ở giai đoạn này, phôi lấp đầy hoàn toàn không gian bên trong, được giới hạn bởi kích thước của vỏ hạt. Trước khi sự phát triển của phôi trở nên nhanh chóng, noãn sẽ chứa đầy một loại thạch giống như nội nhũ.

Khi phôi ngừng phát triển, không có sự tiếp tục phát triển của quả và quá trình chín bắt đầu ngay lập tức.

10.2. Sự chín của quả và hạt

Sự tăng kích thước của quả chấm dứt 150 ngày sau khi thụ tinh; lúc đó phôi đã phát triển gần như đầy đủ. Quả và hạt đã đạt đến độ chín sinh lý và chín ngay sau đó. Mất khoảng 20–30 ngày để hoàn thành và đặc điểm của nó là màu sắc của vỏ quả thay đổi. Vỏ màu xanh trở thành màu vàng cam và vỏ màu đỏ chuyển thành vỏ màu cam hoặc giữ nguyên màu đỏ.

Bên trong, ở cấp độ hạt, các tế bào của lớp dưới da của lớp vỏ bên ngoài và một số lớp liền kề bên dưới, trở thành hình lăng trụ và có tính chất nhầy cao, thành của chúng cuối cùng biến mất, do đó hạt chín được bao quanh bởi một lớp vỏ liên tục của chất nhầy. Nhìn chung, quá trình trưởng thành của quả, từ khi thụ phấn đến khi quả chín hoàn toàn, mất 160–210 ngày (Berry & Cilas, 1994).

Quả ca cao trưởng thành là một loại quả hạch không nứt vẫn còn dính vào cây bằng cuống của nó cho đến khi được thu hoạch. Vỏ của quả có độ dày khác nhau tùy theo giống. Theo năm ngắn trong bầu nhụy trên (số lượng noãn trên mỗi bầu nhụy phụ thuộc vào dòng vô tính và thay đổi trong khoảng từ 37 đến 65), các hạt được sắp xếp thành năm hàng trong quả. Số lượng hạt trên mỗi quả thường từ 20 đến 50. Lá mầm của hạt hơi xoắn lại và có màu sắc thay đổi từ trắng sang tím sẫm tùy thuộc vào tổ hợp kiểu gen sau khi thụ tinh.



Quả có nhiều hình dạng và kích thước khác nhau tùy theo giống



Giai đoạn đầu của héo sinh lý



Héo sinh lý



Chiều dày vỏ quả thay đổi nhiều do giống và điều kiện môi trường



Hạt trong quả

11. Hạt

Hạt phát triển từ noãn nằm trong bầu nhụy. Quả ca cao có 5 bầu nhụy và tùy vào dòng vô tính mỗi bầu nhụy có 35- 65 noãn. Sau khi thụ phấn, noãn phát triển thành hạt được sắp xếp thành 5 hàng trong quả với số lượng thường từ 20-40. Mỗi hạt khi chín có lớp cơm mềm bao quanh có vị chua, ngọt, mùi thơm đặc trưng. Hạt rất dễ mất sức nảy mầm sau khi tách khỏi quả nên thường phải gieo ngay sau khi thu hoạch nếu muốn nhân giống. Hạt sau khi tách lớp cơm mềm và hong ráo, nếu giữ trong mùn cưa hoặc than vụn có thể giữ được sức nảy mầm trong 3-4 tuần. Hạt ca cao cũng mất sức nảy mầm nhanh nếu mất nước ẩm độ hạt còn dưới 30% hoặc trữ ở nhiệt độ lạnh 15°C hoặc mất sức nảy mầm hoàn toàn ở nhiệt độ 5°C.

Tùy thuộc vào giống, tử diệp có màu sắc khác nhau. Nhóm Forastero tử diệp có màu tím, tím nhạt và tím đậm trong khi Criollo tử diệp có màu trắng và chuyển thành trắng ngà khi tiếp xúc với không khí. Trinitario là con lai của 2 nhóm trên nên màu sắc của tử diệp là sự trộn lẫn giữa 2 nhóm trên gồm có trắng, tím nhạt, tím và tím đậm.



Tử diệp của của giống Trinitario (tím)



Giống Criollo (trắng ngà)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

N. Niemenak¹, C. Cilas, C. Rohsius, H. Bleiholder, U. Meier & R. Lieberei. *Phenological growth stages of cacao plants (Theobroma sp.): codification and description according to the BBCH scale*. Annals of Applied Biology, 2010

Michael O. Adu, Thomas Cobbinah, Paul A. Asare, David O. Yawson, Kingsley J. Taah, "Demucilaging Freshly Stored Seeds of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Improves Seedling Emergence and Growth", Journal of Botany, vol. 2017, Article ID 1938359, 10 pages, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/1938359>

Indah Anita-Sari, Bayu Setyawan¹, Febrilia Nur'Aini¹, and Agung Wahyu Susilo Germination and Water Content of Cocoa Seeds After Storage Treatments. Pelita Perkebunan 34 (3) 2018, 146—155.

Pahlevi A. de Souza, Lunian F. Moreira, Diógenes H.A. Sarmento, Franciscleudo B. da Costa. *Cacao—Theobroma cacao*. Exotic Fruits. 2018, Pages 69-76

PHẦN 3. Giống ca cao ở Việt Nam

Ca cao có nguồn gốc từ rừng rậm Amazon nơi Colombia, Ecuador, Peru và Brazil gặp nhau. Dựa trên đặc điểm hình thái và nguồn gốc địa lý ca cao được phân thành hai nhóm di truyền chính, "Criollo" và "Forastero". Các giống Criollo là giống đầu tiên được trồng ở Trinidad. Việc phân loại được cho rằng bắt đầu từ thực dân người Tây Ban Nha. Họ đặt tên cho ca cao họ gặp đầu tiên là Criollo, tiếng Tây Ban Nha có nghĩa là "bản địa", còn ca cao từ bất cứ ở đâu khác gặp sau đó là Forastero, nghĩa là "bên ngoài". Trinitario là kết quả của việc lai tạo giữa Amelonado (thuộc nhóm Forastero) và Criollo ở Trinidad cho nên Trinitario là tên dành cho nhóm này.

Đối với các nhà di truyền họ cho "Criollo" và "Trinitario" nên được coi là giống cây trồng truyền thống hơn là các nhóm di truyền. Hai giống cây trồng truyền thống khác đã được trồng rộng rãi ở Nam Mỹ là Nacional và Amelonado. Một phân loại hợp lý của quần thể *Theobroma cacao* L., phải dựa trên dữ liệu di truyền. Motamayor JC. (2008) và cộng sự đã ứng dụng công nghệ sinh học để phân tích trên các giống ca cao trên thế giới và dựa trên sự tương đồng về dữ liệu di truyền đã phân ra 10 nhóm cụ thể là:

Maranon, Curaray, Criollo, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Puru, Nacional và Guiana. Phân loại mới này phản ánh chính xác hơn sự tương đồng và đa dạng của từng nhóm và các nhóm. Đây là cơ sở tốt cho các nhà di truyền thiết lập các chương trình lai tạo mới trong việc tìm kiếm các kết hợp dị thể dựa trên mức độ khác biệt cơ sở di truyền cao giữa các nhóm. Phân loại này cũng tốt cho các nhà quản lý giống và các nhà di truyền sử dụng phân loại mới này trong việc bảo tồn, quản lý và khai thác tài nguyên di truyền cây ca cao.

Nhóm Criollo đã được đánh giá cao vì hương vị tốt nhưng sinh trưởng kém, năng suất kém và rất nhạy cảm với sâu bệnh. Đây là giống ca cao chủ lực cho đến giữa thế kỷ 18 nhưng ngày nay rất ít quần thể Criollo thuần chủng còn lại..

Các giống Forastero mạnh mẽ và khỏe mạnh hơn nhiều so với Criollo. Hiện nay, Forastero là giống chủ lực trên thị trường ca cao thế giới và được trồng tập trung ở Tây Phi và Nam Mỹ với với 2 giống Amelonado và Nacional.

Những nỗ lực nhân giống với ca cao bắt đầu vào thế kỷ 20 ở Trinidad, nơi lai giữa các giống địa phương được tuyển chọn và Amazon cho ra nhóm Trinitario có năng suất sớm và cao. Các giống lai hiện có, so với Amelonado, cho thấy sức sống vượt trội, sớm khép tán, dễ trồng, năng suất sớm và cao, kháng bệnh và chịu được áp lực môi trường cao hơn.

12. Giống ca cao ở Việt Nam

Ca cao được người Pháp du nhập vào Việt Nam từ cuối thế kỷ thứ 19. Vào những năm 1960s người Mỹ có đưa ca cao vào đồng bằng sông Cửu Long, 1980s một lượng nhỏ hạt ca cao được du nhập từ Cu Ba thông qua viện Khoa Học Nông Lâm Nghiệp Tây Nguyên, 1990s qua công ty Mars Inc. ca cao từ Costa Rica được nhập và trồng khảo sát ở Cần Thơ, Thủ Đức và Lâm Đồng. Từ năm 1997 đại học Nông Lâm tp Hồ Chí Minh bắt đầu xây dựng vườn tập đoàn giống ca cao từ việc tuyển chọn nội địa (chủ yếu từ bộ giống từ Costa Rica và từ những năm 1960s) và du nhập từ các nước Malaysia, Indonesia, The Philippines,

Costa Rica, và từ International Cocoa Quarantine Centre thuộc đại học Reading, Anh quốc.

Năm 1995 một bộ hạt giống nhập từ Costa Rica được trồng thử nghiệm ở Cần Thơ, đại học Nông Lâm, Thủ Đức và Lâm Đồng. Đây là F1 của các cặp lai sau:

UF 613	x	CATONGO
UF 613	x	UF 29
UF 613	x	UF 676

UF 29	x	CATONGO
UF 29	x	POUND 7
UF 676	x	UF 29
POUND 12	x	CATONGO

Trước năm 1998, người trồng chọn giống bằng cách lấy trái trên những cây có nhiều trái to và lấy hạt gieo làm giống.

Từ năm 1999 – 2004 giống ca cao chủ yếu là hạt F1 được sản xuất từ Việt Nam từ các cặp lai mà Fo từ thượng nguồn Amazon và Trinitario theo 2 công thức:

Thượng nguồn Amazon x Thượng nguồn Amazon Trinitario x Thượng nguồn Amazon.

Bảng: Các cặp lai để sản xuất hạt F1 để làm giống trong giai đoạn 1999 – 2004 ở Việt Nam

UIT 1	x	NA 32
UIT 1	x	NA 33
UIT 1	x	NA 34
UIT 1	x	SCA 12
UIT 2	x	SCA 12
PA 156	x	IMC 67
IMC 67	x	PA 156
IMC 67	x	SCA 9
PA 156	x	SCA 9
PA 138	x	SCA 9
PA 173	x	SCA 9
PA 7	x	NA 32

Từ năm 2005 trở đi, Việt Nam chỉ trồng ca cao ghép. Một số cây thực sinh trồng trước đây được ghép cải tạo bằng các dòng vô tính đã được chính thức công nhận.

13. Đặc tính các dòng thương mại ở Việt Nam

Đặc tính các giống ca cao phổ biến ở Việt Nam

13.1. TD 3

- Dáng cây thẳng đứng, dễ tỉa cành tạo tán
- Ra quả rất sớm, thích ứng rộng với nhiều vùng sinh thái. Quả ra đều quanh năm Chỉ số quả: 25 – 30
- Số hạt/quả: 40
- Hàm lượng vỏ (%): 14
- Hàm lượng bơ (% nhân): 45 – 47 Hơi kháng bệnh vệt sọc đen
- Hơi kháng bệnh thối quả do nấm *Phytophthora palmivora* Quả chín (thụ phấn -> quả chín): 4.5 – 5 tháng

- Không thích hợp với đất có pH thấp. Cần bón vôi/dolomite hàng năm

13.2. TD 5

- Dáng cây bán thẳng đứng
- Phát triển thân cành mạnh, nhiều cành tăm
- Thích ứng rộng trên nhiều vùng sinh thái. Quả ra quanh năm Chỉ số quả: 24
- Trọng lượng hạt (g): 1,09 Số hạt/quả: 38
- Hàm lượng vỏ (%): 12,3 Hàm lượng bơ (%): 56.9 Vỏ quả rất dày

13.3. TD 6

- Dáng cây thẳng
- Phát triển thân cành chậm, thấp
- Chịu hạn tốt. Dễ nảy mầm trong hạt khi quả chín nhất là ở đồng bằng sông Cửu Long vào mùa mưa
- Chỉ số quả: 23 Số hạt/quả: 42
- Hàm lượng bơ (%): 53 Kháng bệnh vệt sọc đen Quả chín: 6 tháng

13.4. TD 8

- Dáng cây thẳng
- Phát triển thân cành trung bình Chỉ số quả: 23
- Trọng lượng hạt (g): 1,09 Số hạt/quả: 42
- Hàm lượng vỏ (%): 12,3 Hàm lượng bơ (%): 53 Vỏ quả mỏng
- Quả chín: 5 tháng

13.5. TD 9

- Dáng cây thẳng
- Tăng trưởng thân cành chậm nên rất ít tổn công tỉa Thích hợp điều kiện có ẩm độ cao (đất và không khí) Chậm ra quả
- Chỉ số quả: 18 Số hạt/quả: 47
- Hàm lượng vỏ (%): 12,3 Hàm lượng bơ (%): 60 Kháng vừa bệnh vệt sọc đen
- Quả chín: 6 tháng

13.6. TD 10

- Dáng cây bán thẳng đứng. Nếu để tự nhiên tán cây TD 10 có nhiều cành tăng trưởng rất dài nằm chồng lên nhau thành nhiều lớp.
- Quả ra đều quanh năm Chỉ số quả: 22
- Trọng lượng hạt (g): 1,09 Số hạt/quả: 36
- Hàm lượng vỏ (%): 12,3 Hàm lượng bơ (%): 56.9 Nhiễm bệnh vệt sọc đen Hạt dễ bị lép khi thiếu nước, thiếu phân.
- Quả chín: 5 tháng.

13.7. TD 11

- Chỉ số quả: 21
- Trọng lượng hạt (g): 1,09 Số hạt/quả: 39
- Hàm lượng vỏ (%): 12,3 Hàm lượng bơ (%): 56.9 Kháng nhẹ bộ xít muối Hơi nhiễm bệnh thối quả
- Quả chín: 5 tháng.

Các dòng ca cao thương mại được trồng hiện nay đều thuộc nhóm tự thụ (self-compatible) nhưng nếu hoa nhận được hạt phấn khác dòng thì khả năng thụ phấn cao để đậu quả cao hơn.

Ngoài ra, để tăng tính đa dạng di truyền trong vườn cây nhằm giảm áp lực sâu bệnh, giảm thiệt hại do yếu tố bất lợi về môi trường, giảm áp lực lao động trong thu hoạch, ... nên trồng 4 – 5 dòng vô tính trở lên trong 1 vườn ca cao. Giống được bố trí ngẫu nhiên trong vườn.



Vườn ca cao ở Cần Thơ.
Giống từ những năm 1960s



Vườn ca cao ở Cần Thơ.
Giống từ Costa Rica



TD2



TD3



TD5



TD6



TD7



TD8



TD9



TD10



TD11

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Motamayor JC, Lachenaud P, da Silva e Mota JW, Llor R, Kuhn DN, et al. (2008) Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree. (*Theobroma cacao* L). PLoS ONE 3(10): e3311. doi:10.1371/journal.pone.0003311

PHẦN 4. Kỹ thuật sau thu hoạch

14. Thu hoạch quả

Quả ca cao có hình dạng, màu sắc khác nhau tùy theo giống. Khi quả chín vỏ sẽ chuyển màu và thường bắt đầu từ rãnh trái, xanh chuyển sang vàng hoặc hồng, đỏ, tím chuyển sang màu cam hoặc lẫn lộn cam và vàng.

Khi chưa chín, hạt bên trong quả dính chặt với nhau thành một khối và dính sát vào vỏ quả. Khi quả chín, lớp cơm bao quanh hạt mềm đi và khối hạt này tách rời khỏi quả. Bằng cách gõ vào quả có thể cảm nhận sự khác nhau giữa quả chín và quả chưa chín.

Chỉ thu hoạch khi quả đã chín vì sẽ cho chất lượng tốt nhất khi chế biến. Nếu quả chưa chín sẽ khó tách hạt khỏi quả khi đó cần phải lưu quả trong một thời gian và những hạt này khi lên men sẽ cho chất lượng kém, nhiều hạt chai và xám. Nếu thu hoạch trễ dễ bị thất thoát do sâu bệnh, chuột, sóc hoặc hạt sẽ nảy mầm trong quả đối với một số giống.

Dùng dao/kéo bén để cắt cuống quả. Tránh làm dập, trầy xước đệm hoa sẽ ảnh hưởng xấu đến năng suất ở các vụ sau.



Chỉ thu hoạch quả đã chín



Cách thu hoạch quả trên cây

15. Phân loại quả

Cần phân loại quả ngay trong quá trình thu hoạch. Loại bỏ quả bệnh.

Quả nứt/bể cần để riêng và tiến hành lên men ngay trong trường hợp có thực hiện việc trữ quả.

16. Tồn trữ quả

Sau khi thu hoạch, quả có thể được đập để tách hạt và lên men ngay. Tuy nhiên nếu có điều kiện thực hiện việc trữ quả sẽ giúp chất lượng hạt ca cao tốt hơn. Quả trữ không được nứt, dập và để nơi thoáng mát trong vòng 7 – 9 ngày. Không được để lẫn quả bệnh trong đồng quả. Đảm bảo sự thông thoáng trong đồng quả không được che phủ đồng quả và chiều cao đồng quả không quá 1,5m. Trữ quả còn giúp các nông hộ có diện

tích nhỏ có thời gian thu gom lượng quả lớn hơn thuận hơn cho một lần ủ. Khi quả được lưu trữ, do mất nước nên thể tích lớp cơm nhầy sẽ giảm, hạt khô hơn nên hạn chế quá trình lên men yếm khí sinh acid lactic trong quá trình lên men sau này nên hạt ít chua. Cũng do hạt khô hơn so với không trữ quả nên thuận lợi cho lên men hiếu khí, nhiệt độ tăng nhanh, ít bị tạp nhiễm trong quá trình lên men và thời gian lên men ngắn hơn từ 0,5 – 1 ngày.



Trữ quả

Việc trữ quả chiếm nhiều diện tích trong khu vực sơ chế, nhiều công và đặc biệt bệnh thối quả rất dễ phát triển nhanh trong thời gian trữ nhất là vào mùa mưa.

17. Đập quả, tách hạt

17.1. Thủ công

Có nhiều cách đập vỡ quả để tách hạt. Hai cách thông dụng là:

- Bể bằng dao: cách này nhanh, tỉ lệ hạt bị đứt do dao phạm vào thấp vì người thực hiện sẽ điều chỉnh lực theo từng quả một. Để đạt công suất và độ chính xác cao người lao động cần thời gian để tập luyện.
- Đập quả trên bàn gỗ có gắn lưới dao ngược: cách này dễ làm, không cần kỹ năng và thời gian tập luyện. Do bề dày lưới dao ngược được cố định nên những quả có vỏ mỏng dao dễ phạm vào hạt và ngược lại nếu quả có vỏ quá dày lại khó đập tách.

Đập tách hạt thủ công có công suất thấp, tốn nhiều công lao động nhưng dễ hoàn thiện vấn đề vệ sinh thực phẩm và chất lượng hạt vì có thể loại được hạt nảy mầm, hạt bệnh, tránh hạt ươn dính vào vỏ quả trong quá trình thực hiện.



Bổ quả bằng dao ngược



Bổ quả

17.2. Cơ giới

Máy đập quả tách hạt ca cao hiện nay có 2 cách chính:

- Đập vỏ quả thành phần nhỏ lẫn với hạt ướt sau đó tách rời 2 thành phần dựa trên trọng lượng riêng. Phương pháp này có công suất lớn, dễ thiết kế, thích hợp cho tất cả kích cỡ quả và độ dày vỏ quả. Do quả bị đập vỡ thành nhiều mảnh nhỏ không đều nên việc tách rời khỏi hạt ướt không triệt để, hạt sau khi lên men và làm khô còn lẫn vỏ nhiều. Do hạt ướt bị trộn lẫn với vỏ sau khi quả bị đập vỡ nên hạt dễ bị dính các loại thuốc bảo vệ thực vật bám trên vỏ quả, ảnh hưởng đến an toàn thực phẩm.
- Bổ đôi quả theo chiều dài sau đó tách hạt ướt khỏi vỏ quả. Phương pháp này hạn chế một phần sự tiếp xúc giữa hạt ướt và mặt ngoài vỏ quả vốn dính nhiều thuốc bảo vệ thực vật. Công suất loại máy này còn chậm và vẫn đề an toàn thực phẩm (vẫn còn sự tiếp xúc vỏ quả và hạt ướt) vẫn chưa giải quyết triệt để.

Đập quả tách hạt bằng máy không loại được hạt nảy mầm trong quả.

18. Xử lý hạt ướt

Lượng đường trong lớp cơm hạt cao sẽ chuyển hóa thành acid hữu cơ nhiều sau quá trình lên men. Nếu trong khối hạt chứa nhiều nước, độ thông thoáng kém sẽ thuận lợi cho quá trình lên men yếm khí sản sinh ra acid lactic không bay hơi. Hai yếu tố nêu trên sẽ làm hạt chua, giảm chất lượng hoặc phải can thiệp bằng biện pháp hóa học làm ảnh hưởng đến vấn đề an toàn thực phẩm.

Lên men yếm khí không sinh nhiệt nên nhiệt độ khối hạt thấp kéo dài nên dễ bị tạp nhiễm làm hư/giảm chất lượng hạt.

Các phương pháp xử lý hạt:

Phơi:

Để tránh vấn đề nêu trên, hạt sau khi tách khỏi quả cần được phơi trong vòng 2 – 3 giờ trên lớp cao với độ dày lớp hạt khoảng 5 cm. Nếu trời nắng tốt, trọng lượng khối hạt sẽ giảm từ 8 – 10% và nhiệt độ thường trên 30°C. Với nhiệt độ ban đầu cao và hàm lượng nước khối hạt thấp là điều kiện thuận lợi để lên men hiếu khí làm nhiệt độ tăng nhanh hạn chế sự tạp nhiễm và giảm thời gian cho toàn bộ quá trình lên men.

Với sự chênh lệch nhiệt độ khối hạt là 5°C khi bắt đầu lên men, hạt được phơi, nhiệt độ trong 2 ngày đầu lên men thường cao hơn 10°C so với hạt không được phơi. Nhưng sau 48 giờ sau lần đảo trộn lần 2 thì nhiệt độ không khác biệt giữa 2 khối hạt.

Ép:

Sau khi tách khỏi quả, hạt ướt được ép để loại 1 phần dịch từ lớp cơm hạt để giảm một phần hàm lượng đường và ẩm độ hạt. Lượng nước ép khỏi hạt giao động từ 7 – 10% so với trọng lượng ban đầu của hạt tùy theo mùa khô hay mưa. Khi lượng đường giảm và hạt khô hơn hạt sẽ ít chua sau khi lên men.



Ép hạt ướt trước khi lên men



Phơi hạt ướt trước khi lên men

Để trong bao:

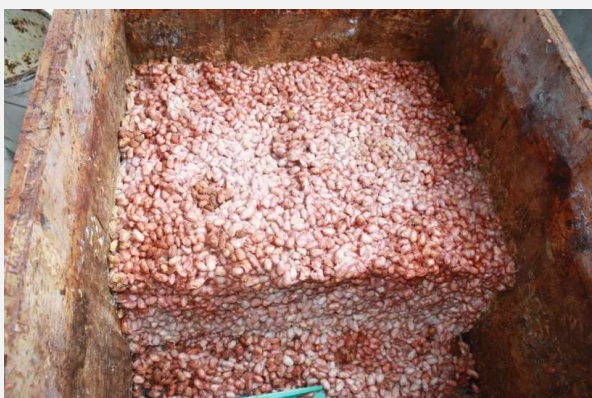
Thay vì phơi hoặc ép hạt ngay sau tách khỏi quả, hạt ướt được chứa trong bao gai/gạo khoảng 15 giờ trước khi lên men. Lượng nước thoát ra trong quá trình lưu trữ có tác dụng tương đương như kỹ thuật ép hạt.

19. Ủ/lên men hạt

Quá trình lên men là điều cần thiết để phát triển hương vị, độ chua, giảm chất đắng, chát của hạt ca cao.

Thực tế là hạt ca cao không được lên men mà chỉ là lớp cơm bao quanh hạt được lên men bởi nấm men, vi khuẩn và enzyme. Kết quả của quá trình lên men là nhiệt, acid hữu cơ và enzyme hình thành thấm vào bên trong hạt làm chết phôi và hàng loạt các phản ứng xảy ra thay đổi thành phần vật lý và hóa học của hạt.

Hạt trong quả là vô trùng nhưng khi tách ra khỏi vỏ sẽ bị nhiễm nấm men và vi khuẩn từ môi trường chung quanh như bàn tay của người lao động, tiếp xúc với vỏ quả, các loại côn trùng như ruồi giấm hoặc từ không khí.



Lên men thùng



Lên men đồng

19.1. Sự thay đổi các thành phần trong hạt trong quá trình lên men

pH ở lớp cơm hạt giảm sau khi bắt đầu lên men nhưng sang ngày thứ 2 pH tăng lên lại trong khi pH ở tử diệp bên trong hạt có pH cao khoản 6.5 nhưng sau đó giảm dần do acid bên ngoài thấm vào cho đến khi kết thúc lên men. trong ngày đầu giảm từ 3.8 xuống 3.2. Ngày thứ 2 và thứ 3 tăng lên 3.4 rồi 3.5 pH níp

khởi đầu khoản 6.5 sau đó giảm dần đến ngày thứ 3 là 4.5

19.2. Phương pháp lên men

Các phương pháp lên men khác nhau tùy thuộc giống, thói quen từng địa phương hoặc yêu cầu riêng của đơn vị thu mua. Các nhà sản xuất riêng lẻ sẽ đưa ra các lựa chọn khác nhau về loại và kích cỡ của thùng lên men mà họ sử dụng, số ngày lên men ca cao, số lần đảo trộn, cách xử lý quả và hạt ướt trước khi lên men và các yếu tố khác.

Nhưng nói chung, tất cả quá trình lên men ca cao đều tuân theo một diễn biến giống nhau bao gồm giai đoạn kỵ khí và giai đoạn hiếu khí. Các chi tiết cụ thể của từng giai đoạn bị ảnh hưởng bởi vô số yếu tố như độ chín của quả, điều kiện khí hậu và thời tiết xung quanh, chất lượng quả và khối lượng hạt.

19.2.1 Giai đoạn yếm khí

Điều kiện yếm khí đơn giản là môi trường thiếu oxy.

Lớp cơm ướt bao quanh hạt tạo thành vật cản không cho không khí xâm nhập vào khối hạt tạo nên môi trường yếm khí trong giai đoạn đầu. Lớp cơm hạt có nhiều nước, các loại đường (sucrose, glucose, fructose) và các loại acid khác nhau là điều kiện tốt để nấm men và vi khuẩn sản xuất acid lactic phát triển. Vi sinh vật tham gia trong giai đoạn này gồm có các loài nấm men như *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida*, *Hanseniaspora*, *Pichia* và vi khuẩn như *Lactiplantibacillus* và *Limosilactobacillus*. Trong giai đoạn này sản phẩm của nấm men khi tiêu thụ đường nêu trên sẽ sinh ra CO₂, rượu ethanol và một ít nhiệt lượng và vi khuẩn sản xuất acid lactic chuyển hóa acid citric, glucose và các carbohydrate khác trong lớp cơm hạt thành acid lactic.

Các enzyme xúc tác sự phân rã cơm hạt thành chất lỏng chảy ra khỏi khối hạt tạo những khoảng trống để không khí thấm vào khối hạt Acid citric cũng bị phân hủy và chảy ra ngoài giúp tăng độ pH tổng thể của quá trình lên men. Sự kết hợp của việc tăng độ pH và tăng luồng không khí đánh dấu sự khởi đầu của giai đoạn lên men hiếu khí.

19.2.2. Giai đoạn hiếu khí

Điều kiện hiếu khí là môi trường có chứa oxy. Trong quá trình lên men, hạt được di dời, đảo trộn để đưa không khí vào khối hạt và làm quá trình lên men được đồng đều trong một mẻ. Nhiệt sinh ra nhiều trong giai đoạn hiếu khí. Hoạt động của vi khuẩn sản xuất acid acetic chiếm ưu thế và oxy hóa ethanol và các acid khác (citric, malic,...) để tạo ra acid acetic. Nếu lên men tiếp tục, Acid axetic này tiếp tục bị phân hủy thành carbon dioxide và nước.

Mỗi lần khối hạt được đảo trộn, nhiệt thoát ra và nhiệt độ tổng thể giảm xuống, nhưng sau đó nó sẽ tăng trở lại thông qua việc đưa vào nhiều oxy hơn.

Sự kết hợp của nhiệt độ cao và sự khuếch tán của ethanol và acid vào hạt ca cao sẽ phá vỡ thành tế bào, làm chết mầm hạt. pH hạt trước khi lên men khoản 6,5 nhưng khi acid thấm từ ngoài vào pH giảm dần đến 4,5 vào ngày thứ 3 sau khi lên men. Khi cấu trúc bên tế bào trong bị hư hỏng bởi rượu và acid sẽ trở thành nơi diễn ra các phản ứng sinh hóa phát triển các tiền chất tạo hương vị có liên quan đến sô cô la là đường khử và acid amin.

Hạt cacao thô có vị đắng và chát do hàm lượng phenolic cao. Anthocyanin là một nhóm trong số các polyphenol này, và nó vừa góp phần làm se da vừa tạo màu đỏ tím.

Quá trình lên men cho phép enzyme phân hủy protein và carbohydrate bên trong hạt, tạo ra đường khử và acid amin sẽ tham gia phản ứng tạo hương sô cô la đặc trưng khi rang hạt ở nhiệt độ cao.

19.3. Các phương pháp lên men

19.3.1. Lên men thùng

Hạt được đựng trong thùng gỗ đáy có khe hở hoặc đục lỗ để nước thoát ra trong quá trình phân rã lớp cơm hạt. Chiều cao thùng không nên quá 50 cm vì thùng quá cao những lớp hạt dưới đáy thùng bị nén chặt cản sự thoát nước và sự xâm nhập oxy và trong khối hạt. Chiều dày thành thùng từ 3 cm trở lên để giữ nhiệt tốt trong quá trình lên men và tránh ảnh hưởng do biến động môi trường bên ngoài. Chiều rộng và chiều dài thùng thay đổi tùy theo lượng hạt cần lên men. Lượng hạt ướt thích hợp cho lên men thùng là 300 kg/thùng.



Thùng lên men



Đáy thùng

Cách làm

- Lót lá chuối quanh thùng
- Đổ hạt ướt đã xử lý vào thùng. Gạt nhẹ hạt trên bề mặt cho bằng phẳng nhưng không được nén chặt.
- Đậy lá chuối trên bề mặt thùng và tiếp theo là lớp bao gai để giữ nhiệt.
- Đây là giai đoạn chính của lên men yếm khí. Nhiệt độ tăng nhẹ (khoảng 5 °C) so với nhiệt độ ban đầu. pH trong lớp cơm hạt giảm do lượng acid lactic sinh ra trong điều kiện yếm khí. Khi lớp cơm hạt phân rã, dịch lỏng chứa acid thoát ra khỏi khối hạt khiến pH trong khối hạt lại tăng lên từ ngày thứ 2. Trong ngày đầu giảm từ 3.8 xuống 3.2. Ngày thứ 2 và thứ 3 tăng lên 3.4 rồi 3.5.
- Đảo trộn đều hạt trong thùng sau 48 giờ lên men. Nếu hạt ướt được xử lý trước, đặc biệt là phơi nắng, nhiệt độ khối hạt sẽ tăng nhanh và hạt được đảo trộn sau 24 giờ lên men. Lần đảo trộn thứ hai thường sau lần 1 là 48 giờ.
- Sau khi đảo trộn, hạt được tiếp xúc với oxy không khí thúc đẩy quá trình lên men hiếu khí sinh nhiệt. nhiệt độ khối hạt tăng nhanh và thường đạt cao nhất sau 20 giờ khi đảo trộn lần thứ nhất. Khi đảo trộn lần 2, nhiệt độ tối đa đạt nhanh hơn (12 giờ) do độ thông thoáng khối hạt tốt hơn nên hạt tiếp xúc với oxy nhiều hơn.
- Trong khối hạt, thường lớp ngoài và bên trên lên men nhanh hơn phần bên trong và bên dưới. Đảo trộn làm tăng sự đồng đều của khối hạt và tránh được nấm mốc phát triển ở các lớp hạt mặt ngoài.
- Theo dõi nhiệt độ, màu sắc và cắt hạt kiểm tra để quyết định thời điểm kết thúc lên men. Thời gian lên men phổ biến từ 4,5 – 6,0 ngày.

- Khi đạt nhiệt độ tối đa sau khi đảo trộn nhiệt độ toàn khối hạt sẽ giảm dần vì thiếu oxy và cơ chất cho lên men.
- Sau 96 giờ (4 ngày) cần cắt hạt để kiểm tra và đánh giá tỉ lệ lên men. Thông thường nếu tỉ lệ hạt nâu và nâu một phần đạt 70 – 80 % là dừng quá trình lên men. Tỉ lệ này có thể thay đổi tùy theo từng cơ sở sản xuất liên quan tới đơn vị tiêu thụ.
- Lấy hạt ra phơi.



Đồ thị: Nhiệt độ khối hạt ảnh hưởng bởi sự đảo trộn và thời gian lên men.

19.3.2. Lên men đồng

Để lên men, hạt ướt được đổ thành đồng. Khối lượng hạt dùng để lên men đồng có thể dao động từ vài chục kilogram đến vài tấn.

Lên men đồng thường thực hiện tại vườn để thuận tiện cho người sản xuất. Cách làm:

Chọn địa điểm bằng phẳng, cách ly mặt đất bằng lá chuối hoặc loại tấm lót có thể thoát được nước. Đổ hạt ca cao ướt thành đồng sau đó che phủ đồng hạt bằng lá chuối và trên cùng là bao gai để giữ nhiệt. Nếu vào mùa mưa, cần thiết phải có mái che mưa.

Quy trình lên men và theo dõi giống như lên men thùng.

20. Làm khô hạt

Ca cao sau khi lên men cần làm khô để độ ẩm hạt từ 60% xuống 7,0 – 8,0%. Nếu ẩm độ hạt trên 8% nấm mốc dễ phát triển. Nếu ẩm độ dưới 7% sẽ hạn chế được nấm mốc như khi đó hạt dòn dễ vỡ

Hạt có thể làm khô bằng cách phơi, sấy hoặc kết hợp cả 2 phương pháp.

Mục tiêu làm khô hạt không chỉ đẩy lượng nước trong hạt ra ngoài để đạt thông số nêu trên mà còn có mục tiêu loại bỏ acid hữu cơ thấm vào trong hạt trong quá trình lên men. Hạt quá chua ảnh hưởng đến chất lượng sô-cô-la sau này.

20.1 Phơi nắng

Đây là phương pháp rẻ tiền, dễ làm, acid hữu cơ dễ bốc thoát ra ngoài nên hạt ít chua và cho chất lượng tốt.

Tuy nhiên phơi nắng bị lệ thuộc vào thời tiết, người sản xuất không chủ động được kế hoạch nên nếu gặp thời gian mưa kéo dài hạt dễ bị mốc và thối.

Hạt cần được phơi trên sàn đặt cao cách mặt đất 0,7 – 1,0m. Đây là độ cao ngang tầm chăm sóc của người lao động, không khí lưu thông tốt cả trên và dưới nên hạt mau khô, tránh được đất văng bám và tránh được sự tiếp xúc vật nuôi trong nhà.

Khi phơi, đổ đều 2 – 3 lớp hạt trên sàn và trong 2 – 3 ngày đầu tiên cần đảo trộn hạt thường xuyên để tránh hạt bị dính chùm và tránh nấm mốc phát triển. Thời gian phơi hạt bị ảnh hưởng nhiều bởi thời tiết nên người sản xuất cần điều chỉnh các yếu tố như chiều dày lớp hạt trên sàn, thời gian phơi, độ che ánh sáng, ... để thời gian phơi hạt từ 5 – 10 ngày sẽ cho chất lượng hạt tốt nhất.

20.2. Sấy

Ca cao thường trồng ở những nơi có mưa phân bố quanh năm nên hạt ca cao ở những nơi đây sau khi lên men thường được đem sấy. Do hạt ca cao rất dễ hút mùi nên lò sấy phải sử dụng nhiệt gián tiếp qua bộ phận trao đổi nhiệt. Thời gian sấy kéo dài từ 1 – 2 ngày. Lớp ngoài hạt ca cao khô nhanh trong quá trình sấy cũng cản trở acid thẩm ra ngoài để bốc hơi đi. Hạt ca cao sấy dễ bị nhiễm mùi nguyên liệu dùng đốt lò (dầu, khói củi, than đá) hoặc nhiệt độ tăng cao trong quá trình sấy dẫn đến mùi vị bị thay đổi không ổn định.

Khi sấy ca cao được đổ dày trên nhiều khay hoặc trên 1 thùng chứa. trong điều kiện này, acid trong hạt khó bốc thoát ra ngoài nên kết quả là hạt sẽ chua và ảnh hưởng nhiều đến chất lượng hạt ca cao sau này.



Phơi hạt



Sấy hạt

21. Bảo quản hạt

Hạt khô sau khi loại bỏ tạp chất và phân loại theo kích cỡ được cho vào bao và tồn trữ nơi khô ráo, thoáng mát. Hạt ca cao rất dễ hấp thu mùi ở môi trường chung quanh nên hạt tồn trữ phải tránh xa nguồn khói, xăng dầu, thuốc bảo vệ thực vật, phân bón, sơn, cống rãnh.



Trữ hạt trong bao gai

Ẩm độ hạt khi đóng bao là 7,0 – 7,5%. Cần thường xuyên theo dõi ẩm độ hạt trong quá trình lưu trữ để can thiệp kịp thời. Khi ẩm độ cao >8%, hạt dễ bị nhiễm mốc và côn trùng.

PHẦN 5. Tỉa cành cây ca cao

22. Thời kỳ kiến thiết cơ bản

22.1. Nguyên tắc chung

- Mục tiêu: Tạo hệ thống thân cành chính và dáng cây thích hợp để có thể phát huy tiềm năng năng suất của giống.
- Thao tác: Ngay sau trồng giữ cây thẳng đứng

Tỉa bỏ cành ngang trong khoảng 50 - 80 cm cách mặt đất. Cắm cây giữ để phần dưới điểm phân cành đầu tiên được thẳng

Chừa 3 – 5 chồi cấp 2 trên độ cao 50 - 80 cm. Đối với nơi có gió mạnh, vị trí này nên thấp khoảng 50 – 60 cm.

Trong thời kỳ này sau khi tạo được bộ khung cơ bản cần thúc đẩy cành lá phát triển nhiều và nhanh để vườn cây mau khép tán.



Giữ thân chính thẳng đứng sau khi trồng



Điều chỉnh cho các cành chính cấp 2 (3 – 5 cành) phát triển đều các hướng



Cây ca cao tỉa đúng kỹ thuật, tăng trưởng tốt trong giai đoạn kiến thiết cơ bản

Khi cây chưa khép tán, ánh sáng đến cây từ nhiều hướng nên lá trên cây ở vị trí nào cũng nhận được ánh sáng do đó không nên tỉa cành tằm trong giai đoạn này. Cần giữ tán lá nhiều và dày để che thân cây còn non và quang tổng hợp.

22.2. Tỉa cành tạo hình

Tỉa tạo bộ khung thân cành chính nhằm đi lại dễ dàng để chăm sóc, thu hoạch và lá trên bộ khung này có thể nhận được ánh sáng tối đa trong không gian được dành riêng cho nó.

- Đi lại dễ dàng để chăm sóc và thu hoạch: Bỏ cành đâm ngang và mọc hướng xuống đất cản lối đi.
- Cành lá phân đều các hướng
- Cành không đan xen trong tán
- Cành không vươn sang không gian của cây bên cạnh
- Chiều cao tán lá trong khoảng 3,5 – 4m.

Tán lá cao và trái phát triển theo tán lá sẽ khó chăm sóc và thu hoạch. Hàng năm cần tỉa hạ thấp độ cao cho phù hợp (#3.5m)

22.3. Tỉa cành năng suất

- Tỉa bỏ và giữ lại cành lá như thế nào để cây mang càng nhiều lá càng tốt và những lá này phải nhận được ánh sáng (vài giờ trong ngày).
- Tỉa bỏ những cành lá hoàn toàn không nhận được ánh sáng
- Tỉa bỏ những cành nằm ngang, giữ lại những cành phát triển hướng thẳng đứng để có thể mang nhiều lá nhưng vẫn nhận được ánh sáng. Điều này cũng giống như bộ lá nằm ngang (góc lá rộng) của giống lúa mùa địa phương năng suất thấp so với bộ lá đứng (góc lá hẹp) của các giống lúa mới cải thiện năng suất cao.

22.4. Tỉa cành vệ sinh

Loại bỏ những cành lá đã chết mang nguồn sâu bệnh trong vườn cây.

Hoạt động: Cắt bỏ cành khô, cành bệnh, trái khô trái bệnh đem xa khỏi vườn hoặc chôn. Lưu ý đối với bệnh thối trái khi có triệu chứng bệnh (chấm đen) trên trái là cắt bỏ ngay vì không thể phục hồi và để lâu bệnh sẽ phát tán và lây lan rộng.

23. Thời kỳ kinh doanh

- Mục tiêu: tạo tán lá nhiều tầng, thông thoáng, chiếm hết không gian dành riêng cho từng cây để thực hiện tối đa chức năng quang tổng hợp nhưng tán cây vẫn thông thoáng để dễ đi lại chăm sóc và giảm ẩm độ dưới tán cây.
- Thời gian tỉa: Cần thực hiện quanh năm nhưng nếu tỉa nhiều và nặng nên thực hiện vào cuối mùa khô đầu mùa mưa. Sau khi tỉa nặng cây sẽ ra chồi và hoa mới. Hoa phát triển và đậu trái và đầu mùa mưa (tháng 4 -5) sẽ chín vào giữa cuối mùa mưa (tháng 9-10). Đây là thời điểm bệnh thối trái phát triển mạnh nhất. Nếu tỉa nặng vào giữa đầu mùa mưa (tháng 7-8) có thể làm chậm đợt ra hoa đầu mùa mưa để tránh giai đoạn mưa nhiều khi trái lớn. Nếu kết hợp với chế độ phân bón và tỉa nặng có thể điều khiển phần nào thời điểm ra hoa đậu trái trong năm.
- Tỉa bỏ các cành/lá bị che khuất không nhận được ánh sáng đất. Giữ các chồi/cành mọc thẳng đứng.
- Giữ chiều cao tán lá trong khoảng 3.5 – 4.0m: Nếu để cành lá mọc quá cao, khi có trái trên những cành này khó chăm sóc và thu hoạch. Hàng năm trước mùa mưa, nên cắt thấp những cành mọc cao khỏi tán lá. Không nên cắt nhiều loại cành này trong một lần vì sẽ tạo lỗ hổng lớn trong tán cây, diện tích tán lá giảm đột ngột sẽ ảnh hưởng đến năng suất.



Giữ lại những cành mọc thẳng để có nhiều lá nhận được ánh sáng.



Cà cao giai đoạn kinh doanh có tán lá phát triển hợp lý.



Cành/trái khô, bệnh luôn phải được tỉa bỏ cành sớm càng tốt để hạn chế phát tán và lây lan

PHẦN 6.

Thiết kế vườn ca cao bền vững, thuận tự nhiên

Thiết kế mô hình canh tác theo hướng thuận tự nhiên bền vững không có khuôn mẫu cố định mà tùy thuộc vào địa hình canh tác, hiện trạng, lịch sử canh tác, môi trường tại chỗ, đặc tính của cây trồng chính, mục tiêu người trồng,...

Tuy nhiên, bất kỳ mô hình canh tác bền vững nào cũng có điểm chung:

Con người là một phần của thiên nhiên, đất không chỉ cho con người mà còn là cho những sự sống khác như chim, ong, kiến, lưỡng cư,... tất cả các thành phần trong hệ sinh thái này có sự liên kết lẫn nhau, sự mất cân bằng, xấu đi của một yếu tố sẽ ảnh hưởng xấu đến tất cả các yếu tố trong hệ sinh thái đó và tất nhiên trong đó có con người. Canh tác thuận tự nhiên bền vững nhằm phục hồi sức khỏe của đất và hệ sinh thái, giúp đất, nước và khí hậu của chúng ta ở trạng thái tốt hơn cho các thế hệ tương lai. Để hoạt động nông nghiệp bền vững cần theo hướng thuận tự nhiên trong đó tập trung phục hồi đa dạng sinh học và phục hồi hữu cơ đất đồng thời áp dụng tối đa các tiến bộ khoa học trong nông nghiệp để giữ cho thiên nhiên hài hòa trong quá trình khai thác năng suất kinh tế nông nghiệp hiệu quả nhất phục vụ cho con người. Trong nông nghiệp, đất là trung tâm, là nơi dung chứa các yếu tố sinh học và phi sinh học để hình thành hệ sinh thái. Đất cần được chăm sóc trước và một khi đất tốt cây sẽ tốt, sinh vật bên trên và trong đất sẽ đa dạng và tốt, môi trường sẽ tốt và con người, một thành phần của môi trường cũng sẽ tốt.

Mô hình canh tác ca cao bền vững cần phải đáp ứng những yêu cầu cơ bản sau:

24. Đa dạng thực vật

Quy luật đa dạng thực vật là cần phải có nhiều loại cây trồng khác nhau trên cùng một mảnh đất tại bất cứ thời điểm nào. Phá quy luật này sẽ nhanh chóng gây ra hậu quả, đặc biệt là ở khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới. Mỗi cây của cùng một loài nếu có thể nên được trồng tách biệt nhau để nếu sâu bọ ăn cây này thì khó có thể lan sang cây kia. Khoảng cách biệt giữa những cây này được trồng xen vào những loại cây khác, tất cả đều bảo vệ lẫn nhau bằng cách này hay cách khác như làm hàng rào chắn tự nhiên hay trồng cây xua đuổi qua hương vị tiết ra từ lá, hoa hay rễ cây của chúng. Điều này xảy ra ở cả bên trên và bên dưới đất với sự hoạt động của rễ cây tiết ra như là chất xua đuổi hoặc chướng ngại vật ngăn chặn sự phát triển của những loài sâu bệnh từ trong đất. Sự đa dạng là phương pháp tự nhiên hiệu quả nhất để duy trì mối cân bằng giữa sâu bọ và các loài ăn mồi đồng thời đảm bảo duy trì độ phì nhiêu của đất. Ngoài ra, mỗi cây giúp tạo ra một môi trường sống hoàn toàn phù hợp (độ ẩm, chất hữu cơ, chất dinh dưỡng, đời sống côn trùng, chắn gió và vân vân) để tạo ra tối đa số lượng các nguyên liệu thực vật ở nơi đó.

Khi trên đất có sự đa dạng sinh học thì trên không trung sinh vật cũng đa dạng theo như là hệ quả và chim, côn trùng cũng sẽ đa dạng theo.

Trong một vườn ca cao ngoài cây trồng chính (ca cao) còn có các loại cây khác để hỗ trợ sinh trưởng, phát triển tối đa cho cây ca cao đồng thời duy trì sự cân bằng các yếu tố cấu thành hệ sinh thái nông nghiệp. Cần luôn thực hiện việc đa dạng sinh học trong từng hạng mục trong quá trình thiết kế vườn trồng.

- **Ca cao:** tránh trồng thuần một giống cho dù giống đó có ưu điểm về năng suất hoặc chất lượng. Độc canh 1 giống cây về lâu dài không bền vững, sẽ có nhiều rủi ro về sâu bệnh và các yếu tố thiên nhiên khắc nghiệt. Cần phối hợp nhiều giống ca cao với nhiều đặc tính khác nhau (năng suất, chất lượng, dạng hình, chống chịu sâu bệnh, chống chịu môi trường bất lợi, ...) trong một vườn. Tuy các giống ca

cao thương mại hiện nay đều có thể tự thụ nhưng đa dạng về giống trồng giúp ca cao thụ phấn và phát triển quả hiệu quả hơn.

- **Mật độ trồng cây ca cao:** với vườn có diện tích nhỏ, chăm sóc thủ công mật độ phổ biến hiện nay đối với cây ca cao là 3 m x 3 m hoặc 3m x 2m, trồng theo nanh sấu. Với diện tích lớn áp dụng cơ giới cần bố trí hàng cách hàng 4.0 – 5.0 m và cây cách cây 2.0m. Không nên trồng hàng đôi vì khó thu hoạch và tĩa cành khi cây vào giai đoạn kinh doanh. Để tăng sự đa dạng sinh học, một số cây ca cao trong mật độ đã xác định bên trên sẽ được thay bằng cây trồng xen, cây che bóng, cây chắn gió.
- **Cây chắn gió:** tốc độ gió lớn hơn 3.3m/giây không thích hợp với cây ca cao và cần phải thiết lập hàng cây chắn gió. Đây là kỹ thuật quan trọng đối với vùng Đông Nam Bộ và đặc biệt là các tỉnh Tây Nguyên nơi có tốc độ gió vào mùa khô lên 6.0 – 9.0 m/giây. Ngoài ra cây chắn gió còn làm giảm tỉ lệ bốc hơi nước nên việc sử dụng nước hiệu quả hơn, giá thành sản xuất thấp hơn và môi trường được bảo vệ tốt hơn vì sử dụng ít tài nguyên (nước) hơn. Đầu vào thấp trong quy trình sản xuất luôn là tiêu chí của kinh tế tuần hoàn. Cần chọn lựa nhiều giống cây cho hàng cây che bóng với đặc tính cơ bản là thân cao, lớn nhanh ngoài ra đây là môi trường sống tự nhiên thích hợp cho chim, kiến và các động vật ăn thịt khác để tạo sự cân bằng giữa sâu bọ và các loài ăn mồi, thân cành có thể sử dụng cho chăn nuôi, hoa trái là nguồn thức ăn cho sinh vật trong môi trường và có thể là một nguồn thu nhập phụ.
- **Cây che bóng:** ánh sáng trực tiếp có cường độ cao làm giảm cường độ quang hợp của lá nên ca cao cần bóng che.
- **Cây che bóng tạm thời:** loại cây này được trồng để che bóng cho ca cao trong giai đoạn kiến thiết cơ bản. Ngoài tác dụng che bóng cho ca cao, nếu có sự đa dạng hợp lý sản phẩm từ cây che bóng tạm thời có thể sử dụng như thức ăn gia súc, nguồn hữu cơ, thu hút thiên địch, cản đường di chuyển của bọ cánh cứng, ... tùy theo loại cây, cây che bóng tạm thời có thể trồng theo hàng như flamingia, muồng hoa vàng, hoặc từng điểm như chuối, hoa hòe, cốt khí, đậu sắn, ...
- **Cây che bóng vĩnh viễn:** loại cây này sẽ đồng hành cùng ca cao trọn vòng đời. Trong thời kỳ kiến thiết cơ bản ca cao rất cần cây che bóng. Trong thời kỳ kinh doanh cây che bóng có một phần hạn chế việc khai thác hết tiềm năng năng suất quả và đáp ứng kém với phân bón nhưng về mặt sinh thái, môi trường và sức chống chịu trong điều kiện môi trường bất lợi cây che bóng luôn có tác động tích cực. Cần đa dạng cây che bóng. Cần chọn loại cây rừng có nhiều hoa và quả nhỏ để lôi kéo ong và chim (nhất là chim sâu) về vườn. Cây che bóng cũng có thể là nguồn thức ăn cho vật nuôi trong hệ thống nông nghiệp tuần hoàn của vườn. Chọn lựa loại cây để giảm sự tác hại của các động vật tấn công vào cây trồng chính (đa dạng trái cây để giảm tác hại của chuột, sóc). Cây che bóng vĩnh viễn được sử dụng phổ biến cho ca cao là anh đào giả (*Gligicidia* sp.), keo dậu, xoan đào, neem Ấn Độ, so đũa, keo lai,...
- **Cây che phủ:** Tùy theo mục tiêu trọng tâm để quyết định chọn lựa cây che phủ. Để phục hồi hữu cơ cần các giống cây dễ trồng, cho sinh khối cao. Hỗn hợp nhiều loại cỏ trong đó có họ đậu và họ hòa bản cho kết quả tốt về vấn đề phục hồi vi sinh vật đất, tăng tính chống chịu bệnh cho cây trồng chính và thu hút được nhiều thiên địch vào vườn và là nguồn thức ăn tốt cho đại gia súc. Tùy theo loại cây được trồng, cây che phủ có những công dụng như tăng hữu cơ cho đất; che phủ đất chống xói mòn do gió và nước; giúp nước thấm sâu vào đất; giữ dinh dưỡng không bị nước cuốn trôi; tăng lượng carbon trong đất; tăng nguồn đạm cho đất; kiểm soát bệnh; đất không bị nén chặt do cơ giới. Trong trường hợp đất quá xấu cần phục hồi nhanh hữu cơ nên sử dụng cỏ đuôi chồn (cỏ Mỹ), cỏ sả lá nhỏ. Khi cây ca cao đã khép tán, lá lốt là giải pháp hữu hiệu để làm cây che phủ trên đất dốc. Lá lốt sống và phát triển tốt trong điều kiện thiếu sáng và với đặc tính thực vật đặc biệt với 2 loại thân bò ngang và thẳng đứng, lát lốt giữ rất hiệu quả chất hữu cơ/đất trên bề mặt khi có dòng nước đi qua. Trong trường hợp đất bằng, các loại thực vật như gừng, nghệ, mướp đắng, tam thất nam, có thể trồng dày như một phần cây che phủ khi ca cao vào giai đoạn kinh doanh. Nếu thực hiện phương pháp canh tác không làm đất, lớp phủ cây trồng che phủ sẽ làm tăng khả năng thấm nước và duy trì độ ẩm vào mùa khô. Các kênh carbon và rễ được bổ sung, và tăng không gian lỗ rỗng của đất, giúp cải thiện khả năng giữ nước của đất.

- **Cây hàng rào:** có thể không phải cây chắn gió vì chắn gió cần thân cao thường trồng cách xa hàng rào để không ảnh hưởng bóng che đến cây trồng vườn bên cạnh. Chọn các loại cây có thể trồng với mật độ dày như dâu tằm, mật gấu, chè tàu, các loài cây nhiều hoa để thu hút ong hoặc cành lá làm nguồn thức ăn cho chăn nuôi và phân ủ.

Khi chọn giống cho cây che phủ, cây chắn gió, cây che bóng và cây hàng rào nên sử dụng giống bản địa càng nhiều càng tốt và sử dụng nhiều chủng loại khác nhau để đảm bảo sự đa dạng sinh học.

25. Phục hồi hữu cơ đất

Giảm tối đa việc xáo trộn đất để tránh rửa trôi, xói mòn do gió và nước đồng thời khai thác tối đa ánh sáng để sản xuất chất hữu cơ trên diện tích canh tác. Việc cày xới đất làm xáo trộn sự cân bằng của các loài côn trùng, nấm, vi khuẩn và các loài sinh vật khác sống trong đất. Sự xáo trộn trong đất phá vỡ các ống dẫn của rễ và kết cấu đất vì vậy làm cho đất không thể thực hiện được chức năng của chúng. Sự xáo trộn đất cũng làm mất nhanh các chất hữu cơ là nguồn thức ăn cho cây và các loài sinh vật khác. Đất là nền tảng của nông nghiệp nhưng ở hầu hết đất nông nghiệp độ phì nhiêu đất hiện đang ở mức rất thấp. Trong hoàn cảnh như vậy, sự cân bằng giữa các hình thái sống của nhiều loại sinh vật khác nhau trong đất đang có nguy cơ bị xáo trộn nghiêm trọng. Đất không được cày xới sẽ bị nén chặt hơn so với đất được cày xới. Nhưng nếu làm đất sẽ phá vỡ cấu trúc đất tự nhiên. Mất cấu trúc làm cho đất ít có khả năng chịu tải nặng, chẳng hạn như bánh xe di chuyển từ các hoạt động làm đất. Mất cấu trúc cũng làm cho đất dễ bị nén hơn. Thực hiện việc cày xới vì được cho rằng đất cần được xới tơi xốp để nước thấm và rễ phát triển. Tuy nhiên, sau một trận mưa lớn, đất đã cày sẽ nén trở lại và người trồng cho rằng cần phải xới thêm. Về lâu dài, làm đất dẫn đến làm đất nhiều hơn và đất ngày càng trở nên xấu đi. Đất không cày xới sẽ để lại tàn dư thực vật trên mặt đất, điều này có thể giúp giữ ẩm cho đất và bảo vệ chống lại sự bốc hơi do nắng và gió. Ở những cánh đồng không được cày xới, khi tàn dư thực vật phân hủy với tốc độ tự nhiên trên bề mặt đất, nhiều dạng sống gia tăng trong và trên đất. Điều này tạo ra một hệ sinh thái đồng ruộng lành mạnh hơn, góp phần làm giảm sự bùng phát của côn trùng gây hại. Không làm đất, chất hữu cơ trong đất có thể tăng lên, và đây là yếu tố chính cho đất nông nghiệp cho năng suất cao.

Chống xói mòn, rửa trôi: Với những chân đất dốc, cần thiết kế đường đồng mức, ruộng bậc thang và bề mặt đất luôn được che phủ (giai đoạn kiến thiết cơ bản và kinh doanh) để chống xói mòn và rửa trôi.

26. Phục hồi hữu cơ

Nếu bắt đầu canh tác trên đất quá xấu, hữu cơ đất <1% cần tập trung phục hồi hữu cơ đất trước và trong khi trồng ca cao. Ưu tiên khai thác nguồn hữu cơ tại chỗ bằng cách chọn các giống cỏ dễ trồng, sinh trưởng tốt trong điều kiện khắc nghiệt, như cỏ mỹ, cỏ sả lá nhỏ. Để thúc đẩy nhanh quá trình phục hồi hữu cơ cần thiết bón phân vô cơ cho những cây tiên phong trong thời gian đầu để cung cấp nhanh và nhiều hữu cơ cho đất, kéo dài hệ thống rễ để cải thiện cấu trúc đất, và phục hồi hệ vi sinh vật đất.

Việc phục hồi hữu cơ và tăng lượng hữu cơ đất có vai trò rất quan trọng trong nông nghiệp đồng thời việc cô lập nhiều carbon hơn trong đất cũng đóng một vai trò quan trọng trong các giải pháp giải quyết sự biến đổi khí hậu do khí nhà kính gây ra.

27. Thiết kế vườn ca cao theo khái niệm nông nghiệp tuần hoàn

Nông nghiệp tuần hoàn là hướng tiếp cận trong nông nghiệp nhằm tạo một hệ thống khép kín trong sản xuất ở đó các tài nguyên được sử dụng hiệu quả nhất với chất thải ít nhất. Nông nghiệp tuần hoàn là một cách để

canh tác bền vững, đồng thời tận dụng các tiến bộ khoa học, các cải tiến mới và công nghệ mới. Trong nông nghiệp tuần hoàn, tất cả các bước của hệ thống sản xuất ca cao từ trồng trọt, thu hoạch, chế biến, vận chuyển, tiêu thụ đều được thiết kế nhằm thúc đẩy phát triển bền vững. Mục tiêu của nông nghiệp tuần hoàn là tạo ra một hệ thống thực phẩm bền vững và tái sinh, hỗ trợ khả năng tồn tại lâu dài của nông nghiệp đồng thời giảm thiểu các tác động tiêu cực đến môi trường. Nó tìm cách cân bằng nhu cầu sản xuất lương thực với bảo tồn tài nguyên thiên nhiên và bảo tồn các dịch vụ hệ sinh thái.

Thiết kế một trang trại ca cao với các nguyên tắc của nông nghiệp tuần hoàn liên quan đến việc tạo ra một hệ thống bền vững và tái sinh nhằm giảm thiểu chất thải, tối đa hóa hiệu quả tài nguyên và thúc đẩy cân bằng sinh thái. Dưới đây là một số bước có thể xem xét khi thiết kế một trang trại ca cao theo hướng nông nghiệp tuần hoàn:

- **Nông lâm kết hợp:** Thực hiện các thực hành nông lâm kết hợp bằng cách tích hợp cây ca cao với cây bóng mát (dọc theo đường lô), cây che che bóng, cây ăn quả và các loại cây trồng bổ sung khác. Điều này bắt chước một hệ sinh thái rừng tự nhiên và cung cấp nhiều lợi ích như bảo tồn đa dạng sinh học, cải thiện độ phì nhiêu của đất và giảm áp lực sâu bệnh.
- **Sức khỏe và độ phì nhiêu của đất:** Tập trung vào việc xây dựng và duy trì đất khỏe mạnh. Kết hợp chất hữu cơ thông qua các hoạt động như ủ phân, cắt xén che phủ và mùn. Sử dụng hợp lý và đúng cách phân bón hóa học, dựa vào các phương pháp tự nhiên như kiểm soát dịch hại bằng phương pháp sinh học và phân bón hữu cơ.
- **Quản lý nước:** Thực hiện các kỹ thuật quản lý nước hiệu quả như thu gom nước mưa, tạo đường viền và tưới nhỏ giọt. Giảm thiểu việc sử dụng nước bằng cách tối ưu hóa hệ thống tưới tiêu, thu giữ và lưu trữ nước mưa trong mùa mưa để sử dụng trong thời gian khô hạn.
- **Quản lý và tái chế chất thải:** Thiết lập một hệ thống quản lý chất thải nông nghiệp và các sản phẩm phụ. Cân nhắc ủ vỏ ca cao, sử dụng chúng làm lớp phủ hoặc khám phá các ứng dụng tiềm năng khác như sản xuất năng lượng sinh học hoặc thức ăn chăn nuôi. Tránh đốt chất thải, vì nó góp phần gây ô nhiễm không khí.
- **Luân canh và đa dạng hóa cây trồng:** Thực hành luân canh cây trồng bằng cách xen kẽ ca cao với các loại cây trồng tương thích khác. Điều này giúp ngăn ngừa cạn kiệt đất, kiểm soát sâu bệnh, đa dạng hóa thu nhập của nông dân. Xem xét trồng cây đồng hành mang lại lợi ích bổ sung, chẳng hạn như cố định nitơ hoặc chống sâu bệnh.
- **Quản lý dịch hại tổng hợp:** Thực hiện phương pháp quản lý dịch hại tổng hợp (IPM) để giảm thiểu việc sử dụng thuốc trừ sâu hóa học. Khuyến khích động vật ăn thịt gây hại tự nhiên, sử dụng cây trồng bẫy và áp dụng các phương pháp kiểm soát dịch hại hữu cơ bất cứ khi nào có thể. Thường xuyên theo dõi, đánh giá áp lực sâu bệnh để chủ động giải quyết các vấn đề.
- **Hiệu quả năng lượng:** Khám phá các lựa chọn năng lượng tái tạo để giảm sự phụ thuộc vào các nguồn năng lượng không tái tạo. Xem xét lắp đặt các tấm pin mặt trời, sử dụng thiết bị tiết kiệm năng lượng và tối ưu hóa mức tiêu thụ năng lượng trong suốt quá trình hoạt động của trang trại.
- **Bảo tồn đa dạng sinh học:** Thiết kế trang trại của bạn để hỗ trợ đa dạng sinh học bằng cách bảo tồn môi trường sống tự nhiên, tạo hành lang động vật hoang dã và cung cấp nơi làm tổ cho chim và các sinh vật có lợi khác. Điều này giúp duy trì một hệ sinh thái cân bằng và thúc đẩy kiểm soát dịch hại tự nhiên.
- **Sự tham gia của cộng đồng:** Thu hút sự tham gia của cộng đồng địa phương và các bên liên quan trong việc thiết kế và quản lý trang trại ca cao. Xem xét nhu cầu, kiến thức và truyền thống của họ, và thúc đẩy lợi ích kinh tế và xã hội cho cộng đồng thông qua các hoạt động thương mại công bằng và các sáng kiến xây dựng năng lực.
- **Không ngừng học hỏi và cải tiến:** Luôn cập nhật những nghiên cứu, đổi mới và thực tiễn tốt nhất mới nhất trong nông nghiệp tuần hoàn. Tham dự các hội thảo, tham gia với các chuyên gia nông nghiệp và hợp tác với các nông dân khác để học hỏi và chia sẻ kiến thức để cải tiến liên tục.

Hãy nhớ rằng thiết kế một trang trại cao cho nông nghiệp tuần hoàn là một cách tiếp cận toàn diện và thiết kế cụ thể sẽ phụ thuộc vào các yếu tố như khí hậu, điều kiện đất đai, quy định địa phương và các nguồn lực sẵn có. Điều quan trọng là phải điều chỉnh và điều chỉnh các nguyên tắc này cho phù hợp với bối cảnh cụ thể của bạn trong khi vẫn đặt tính bền vững và thực hành tái tạo lên hàng đầu.

- **Thực hành tái sinh:** Nông nghiệp tuần hoàn nhấn mạnh việc sử dụng các thực hành tái sinh như canh tác hữu cơ, nông lâm kết hợp và nuôi trồng thủy sản. Những thực hành này tập trung vào việc xây dựng đất khỏe mạnh, tăng cường đa dạng sinh học và thúc đẩy chu kỳ dinh dưỡng tự nhiên.
- **Vòng lặp dinh dưỡng khép kín:** Nông nghiệp tuần hoàn nhằm mục đích khép kín các vòng dinh dưỡng bằng cách tái chế chất thải hữu cơ và sử dụng nó làm phân bón. Ví dụ, phân động vật, tàn dư cây trồng và chất thải thực phẩm có thể được ủ và đưa trở lại đất để bổ sung chất dinh dưỡng. Điều này làm giảm sự phụ thuộc vào phân bón tổng hợp và giảm thiểu dòng chảy dinh dưỡng và ô nhiễm nước.
- **Đầu vào bền vững:** Nông nghiệp tuần hoàn thúc đẩy việc sử dụng các yếu tố đầu vào bền vững, chẳng hạn như các nguồn năng lượng tái tạo cho hoạt động của trang trại và hóa chất nông nghiệp có tác động môi trường thấp hơn. Nó khuyến khích giảm đầu vào hóa học và tìm kiếm các giải pháp thay thế thân thiện với môi trường hơn.
- **Hiệu quả tài nguyên:** Nông nghiệp tuần hoàn tập trung vào việc tối đa hóa hiệu quả tài nguyên bằng cách giảm sử dụng nước, tối ưu hóa tiêu thụ năng lượng và giảm thiểu phát sinh chất thải. Nó liên quan đến các hoạt động như nông nghiệp chính xác, sử dụng công nghệ để giám sát và tối ưu hóa đầu vào dựa trên nhu cầu cây trồng cụ thể.
- **Đa dạng hóa và hội nhập:** Nông nghiệp tuần hoàn khuyến khích đa dạng hóa cây trồng và hệ thống canh tác để tăng cường khả năng phục hồi và giảm rủi ro liên quan đến đơn canh. Nó cũng thúc đẩy sự tích hợp của các thành phần khác nhau, chẳng hạn như hệ thống trồng trọt-chăn nuôi hoặc nuôi trồng thủy sản, để tạo ra sức mạnh tổng hợp và sử dụng tài nguyên hiệu quả hơn.

28. Thiết kế quy trình sản xuất cao theo hướng kinh tế tuần hoàn

Làm nông nghiệp thành công không còn chỉ là đạt sản lượng sinh khối kinh tế cao, chất lượng tốt trên đồng ruộng mà còn là sự sử dụng hiệu quả diện tích đất, nguồn nước, dinh dưỡng khoáng để đạt hiệu quả tối ưu và đặc biệt giảm tối thiểu thậm chí loại bỏ sự lãng phí phần sinh khối còn lại (thứ/phế phẩm/chất thải) trong nông nghiệp bằng cách sử dụng nguồn hữu cơ này như nguồn đầu vào trong hệ thống khác như cho chăn nuôi, phân bón, v.v... Nông nghiệp tuần hoàn nhấn mạnh tầm quan trọng của việc giảm tối thiểu áp lực lên môi trường, thiên nhiên và khí hậu. Dùng cây xanh để cố định carbon là mục tiêu này. Điều này có nghĩa là mọi tia sáng chiếu xuống vườn phải được sử dụng. Ánh sáng mặt trời nếu không được sử dụng (cho quang hợp) sẽ biến thành nhiệt làm đất mau khô, ảnh hưởng các sinh vật trong đất, sự sinh trưởng của hệ thống rễ và làm môi trường chung quanh nóng lên tăng sự bốc thoát hơi nước. Nếu ánh sáng mặt trời rơi lên lá thì năng lượng ánh sáng được sử dụng một phần cho quang hợp để hút CO₂ trong không khí, thành phần chính tạo hiệu ứng nhà kính, để tạo chất hữu cơ và một phần nhỏ biến thành nhiệt để không ảnh hưởng tiêu cực nhiều đến môi trường chung quanh. Trong khi đó quá trình quang tổng hợp ở lá đã cố định được carbon trong không khí để tạo sản phẩm hữu cơ cần thiết cho muôn loài. Cần phải sử dụng tối đa nguồn năng lượng miễn phí bằng cách đảm bảo từng tia sáng chiếu xuống vườn phải biến một phần năng lượng thành chất hữu cơ chứ không để tất cả chuyển thành nhiệt.

Sức khỏe đất là một trong những yếu tố nền tảng trong nông nghiệp tuần hoàn. Sức khỏe đất là sự cân bằng và đầy đủ các thành phần hữu cơ đất, dinh dưỡng các loại đa, trung và vi lượng, sinh vật đất có lợi, sự cân bằng nguồn nước và với sức khỏe đất tốt cây trồng sẽ ít sâu bệnh hơn.

Sự kết hợp giữa trồng trọt và chăn nuôi, thủy sản hỗn hợp, nông lâm kết hợp và tái chế nước và tái sử dụng nước thải, là yếu tố chính của mô hình nông nghiệp tuần hoàn nhằm giảm giảm đầu vào từ bên ngoài, giảm

phát thải CO₂, và sử dụng tài nguyên thiên nhiên hiệu quả hơn. Việc áp dụng các phương pháp canh tác nông nghiệp tuần hoàn đặc biệt phù hợp với nền nông nghiệp nhỏ sử dụng nhiều lao động, sự phát triển kinh tế toàn diện ở khu vực nông thôn.

Canh tác hỗn hợp kết hợp trồng trọt với chăn nuôi mang lại nhiều cơ hội hơn để tăng cường nông nghiệp tuần hoàn. Ví dụ, sử dụng thức ăn chăn nuôi và phân bón được sản xuất trong nước thay vì nhập khẩu. Mục tiêu là tận dụng sức mạnh tổng hợp tồn tại giữa cây trồng và vật nuôi để tạo ra một hệ thống lương thực tuần hoàn.

“Trong hệ thống nông nghiệp tuần hoàn tất cả sinh khối có được từ canh tác đều được khai thác sử dụng hiệu quả nhất.”

Các trang trại trồng trọt và chăn nuôi hỗn hợp có chi phí thấp hơn, ít nhạy cảm hơn với thị trường và biến động giá cả và dẫn đến mức độ ô nhiễm nitơ thấp hơn. Mặc dù bối cảnh vẫn có vấn đề và có sự thay đổi trong các hệ thống canh tác hỗn hợp nhưng những cách tiếp cận như vậy có thể đảm bảo phát triển nông nghiệp và nông thôn bền vững.

Nông nghiệp tuần hoàn là nông nghiệp thuận tự nhiên/nông nghiệp phục hồi trong đó các thành tựu khoa học hiện đại được áp dụng (xác định chính xác nhu cầu phân bón, ẩm độ đất) để cung cấp nước tưới và dinh dưỡng hiệu quả nhất để không ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường xung quanh.

Nguyên lý chính của nông nghiệp tuần hoàn là sử dụng sinh khối nông nghiệp thường xuyên và một cách hiệu quả nhất có thể. Điều này cũng có nghĩa là tránh sự xuống cấp tự nhiên của sinh khối thứ phẩm (tàn dư thực vật, phân gia súc) và sự sản sinh đi kèm của CO₂, nitơ oxit và metan ảnh hưởng xấu đến môi trường.

Khi ủ phân đúng cách, hữu cơ phân hủy chuyển sang humus là dạng hữu cơ có cấu tạo đặc biệt, tồn tại trong đất lâu hơn. Khi humus kết bám với phân khoáng, hiệu quả sử dụng phân bón cao hơn, hạn chế được sự rửa trôi và thấm sâu làm ô nhiễm nguồn nước. Điều này cũng có nghĩa là phân tổng hợp ít sử dụng hơn trong nông nghiệp tuần hoàn và ít CO₂ thải ra trong quá trình sản xuất. Sử dụng nhiều phân hữu cơ (phân chuồng, phân ủ) cũng có nghĩa là CO₂ được giữ lại nhiều hơn và lâu hơn trong đất là một cách tự nhiên để chống biến đổi khí hậu.

Trong nông nghiệp tuần hoàn, các quy trình sản xuất càng gần với nhau càng tốt. Tuy nhiên việc sử dụng phế phẩm, chất thải không có nghĩa phải thực hiện và khép kín trên từng trang trại. Mục tiêu chính của vấn đề là sử dụng tối đa toàn bộ sinh khối đạt được trong canh tác nông nghiệp (quả, vỏ quả, thân, cành, lá) và làm tối thiểu chất thải trong sản xuất ở quy mô toàn xã hội. Do đó nếu trang trại không thể tổ chức sử dụng hết các phế phẩm hiệu quả nhất thì cần thiết kế hệ thống thu gom và vận chuyển đến đơn vị gần nhất sử dụng sản phẩm này.



Vỏ ca cao làm thức ăn cho dê



Lá ca cao làm thức ăn cho dê



Vỏ ca cao được đốt làm than hầm (biochar)

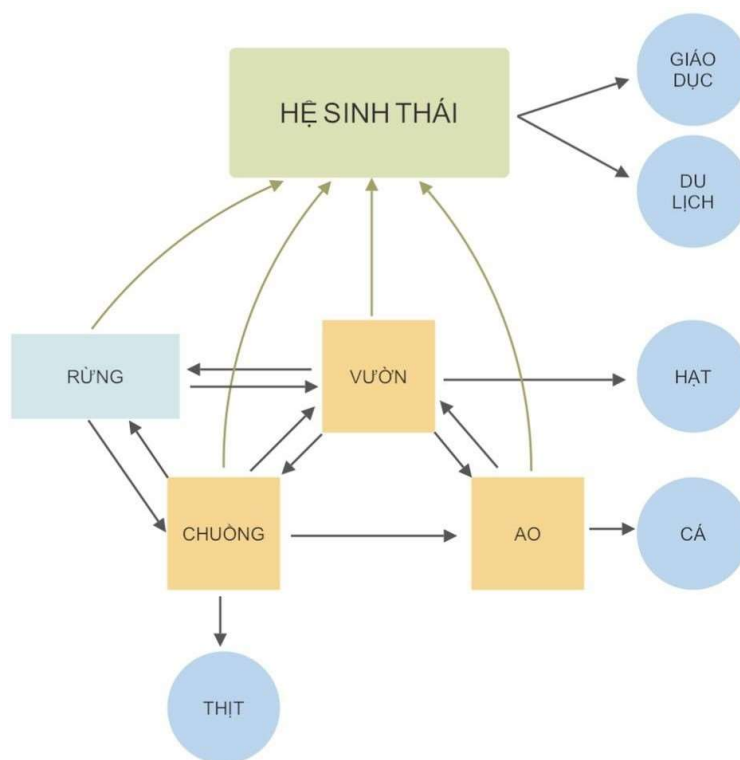
29. Phụ phẩm trong quy trình sản xuất ca cao từ cây tơi hạt khô

Sản phẩm chính: Hạt khô lên men: dao động từ 1 – 2,50 tấn/ha/năm sản phẩm phụ:

- Vỏ ca cao tươi: 8-20 tấn/ha/năm. Sản phẩm này có thể làm chất đốt; than hầm; nguyên liệu làm phân ủ; thức ăn (tươi và ủ chua) cho dê, bò, cá, gà; nguồn thức ăn cho ruồi lính đen; vỏ ca cao có nhiều pectin có thể ly trích để làm mức thực phẩm.
- Cành lá ca cao: nguyên liệu làm phân ủ, thức ăn cho, dê, bò.
- Cành lá cây che bóng, chắn gió: nguyên liệu làm phân ủ, thức ăn cho dê.
- Cành lá cây chắn gió: nguyên liệu làm phân ủ, thức ăn cho dê
- Dịch cơm hạt ca cao: 350 – 900 lít/ha/năm, làm rượu vang, rượu mạnh, dấm, nước màu thực phẩm.
- Vỏ hạt ca cao: 200 – 500 kg/ha/năm, làm phân ủ, trà túi lọc.
- Rượu ca cao được sản xuất từ dịch ép hạt ướn trước khi lên men.

30. Một mô hình thí dụ về vườn ca cao theo hướng nông nghiệp tuần hoàn:

- **Vườn ca cao:** hoạt động trung tâm của nông hộ và là nguồn thu nhập chính. Sinh khối thứ phẩm từ vườn ca cao có vỏ quả, cành lá của cây ca cao, cây che bóng, cây chắn gió, cây hàng rào.
- **Chuồng dê/bò:** đầu vào của quy trình nuôi dê là dư thừa thực vật của quy trình canh tác ca cao gồm vỏ quả sau khi tách hạt ướn để lên men, cành lá từ vườn ca cao trong quá trình tỉa cành tạo tán được thực hiện thường xuyên, cành lá cây che bóng được rong tỉa thường xuyên để ánh sáng chiếu xuống vườn ca cao luôn ổn định, cành lá cây chắn gió
- **Ao cá:** nơi cung cấp nước cho ca cao vào mùa khô và gom nước trên vườn vào mùa mưa. Tùy theo loại cá, đầu vào của ao cá có thể là dư thừa thực vật của cây che bóng, cây che phủ ở vườn ca cao hoặc phân gia súc từ chuồng dê, bò. Nước từ ao cá giàu dinh dưỡng từ nguồn phân cá và thức ăn thừa cho cá được bơm tưới cho ca cao.
- **Nhà ủ phân:** là nơi sản xuất phân ủ với nguyên liệu từ vườn ca cao gồm cành lá ca cao sau khi tỉa tạo hình, tỉa năng suất và tỉa vệ sinh, vỏ quả ca cao, cành lá cây che bóng và cây chắn gió và cả sinh khối cây che phủ nếu có và phân gia súc từ chuồng dê/bò. Đây cũng là nơi sản xuất compost tea để phục hồi và tăng cường hệ vi sinh vật đất.
- **Nhà phơi:** sử dụng để phơi hạt, phơi vỏ quả để làm than hầm.
- **Phòng sản xuất sản phẩm phụ từ quy trình trồng ca cao:** Công cụ sản xuất rượu vang, giấm: sử dụng dịch nước ép từ hạt ướn để làm rượu và dịch thoát ra từ quá trình lên men để làm giấm; công cụ trích pectin từ vỏ quả để làm mức vỏ ca cao; nơi chế biến nước uống từ chuối và sản xuất chuối sấy từ cây che bóng vườn ca cao.
- **Bếp đốt yếm khí** dùng nguyên liệu và vỏ khô ca cao. Nhiệt lượng để đun nấu, phần than hầm sử dụng để cải tạo đất, thành phần của phân ủ.

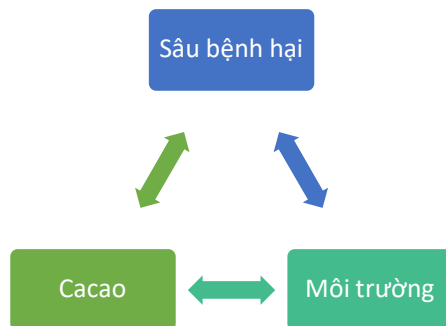


Mô hình ca cao tuần hoàn.

Vườn-Ao-Chuồng-Rừng là hệ sinh thái nông nghiệp bền vững được sử dụng để giáo dục, trải nghiệm.

PHẦN 7. Quản lý sâu bệnh

Sự phát sinh, phát triển sâu bệnh luôn nằm trong mối quan hệ:



Việc đưa ra quyết định để quản lý sâu bệnh không chỉ đơn giản dựa trên tỷ lệ số cây bệnh hoặc số lượng sâu bệnh hiện có trong vườn. 10 rệp sáp trên trái ca cao sẽ không cùng kết quả 10 rệp sáp trên trái ca cao + 1 ấu trùng của *Spalgis epius* hoặc 10 rệp sáp trên trái ca cao trong mùa nắng gắt sẽ không cùng kết quả 10 rệp sáp trên trái nhưng sẽ có mưa dầm trong những ngày tới. Do đó để có giải pháp hợp lý, chính xác cần phải xem xét nhiều khía cạnh khác như sức khỏe của cây, giai đoạn sinh trưởng của cây, thông tin về hiện trạng sâu bệnh của cây, hiện trạng của cây che bóng và chắn gió, sức khỏe đất, cường độ ánh sáng, tốc độ gió, nhiệt độ, hệ sinh vật trong vườn như chim, ong, kiến, thiên địch, v.v... Để có được thông tin này, người trồng phải thăm vườn thường xuyên, ghi nhận thông tin, so sánh thông tin lần trước, phân tích, đánh giá, cuối cùng mới quyết định biện pháp xử lý. Tất cả các hoạt động trên gọi là phân tích hệ sinh thái nông nghiệp. Để đưa ra các biện pháp phòng trừ sâu bệnh cũng như các kỹ thuật canh tác khác như tỉa cành, tưới nước, quản lý bóng che, v.v... Từ kết quả phân tích hệ sinh thái, cần điều chỉnh các yếu tố không phù hợp, duy trì và phát huy các yếu tố thuận lợi trong việc quản lý dịch hại, quản lý dinh dưỡng, nước, ánh sáng, v.v...

Phân tích hệ sinh thái nông nghiệp là một công cụ linh hoạt để đưa ra các quyết định quản lý cây trồng hiệu quả về kinh tế và thân thiện với môi trường.

31. Phân tích hệ sinh thái nông nghiệp

Những chỉ tiêu cần quan sát để phân tích hệ sinh thái trong vườn cây ca cao:

- **Thông tin về cây ca cao:** thuộc tính liên quan đến sâu bệnh (mẫn cảm, kháng), sâu bệnh cây đang có (tỉ lệ sâu bệnh, chỉ số sâu bệnh), dạng hình cây (rậm rạp, thông thoáng, xơ xác), tính đa dạng di truyền (số dòng ca cao trong vườn).
- Thông tin về môi trường:
 - + Yếu tố phi sinh học:
 - ✓ Ẩm độ không khí: liên quan đến thời tiết (mưa, nắng); dạng hình cây trồng;
 - ✓ Mật độ trồng; kỹ thuật canh tác (tỉa cành tạo tán).
 - ✓ Nhiệt độ: cao, thấp và sự thay đổi nhiệt độ (đột ngột, ổn định)
 - ✓ Ánh sáng: liên quan đến thời tiết, cây che bóng, mật độ cây trồng, kỹ thuật chăm sóc (tỉa cành tạo tán)
 - ✓ Đất: sức khỏe đất, lớp che phủ, cây che phủ, ẩm độ đất.
 - + Yếu tố sinh học:
 - ✓ Hệ thống cây trồng trong vườn (cây che phủ, cây che bóng, cây chắn gió, cây hàng rào, cây trồng xen)
 - ✓ Sinh vật: sự hiện diện của thiên địch: kiến giăng tơ, kiến đen, nhện, bọ rùa, v.v...

- ✓ Sâu bệnh hại: Sự hiện diện của các côn trùng có hại như bọ xít muỗi, bọ cánh cứng, sâu đục thân... và bệnh cây như thối quả, khô thân, sâu đục vỏ quả, v.v...

Khi có các thông tin sau khi thăm vườn cần phân tích để trả lời các câu hỏi chính như:

- ✓ Vấn đề nào là quan trọng nhất tại thời điểm này?
- ✓ Có sự thay đổi lớn so với tuần trước không? Thay đổi kiểu gì?
- ✓ Có sâu bệnh nghiêm trọng nào bùng phát không?
- ✓ Tình hình của côn trùng có ích là gì?
- ✓ Có sự cân bằng trên đồng ruộng giữa sinh vật gây hại và tác nhân bảo vệ không?
- ✓ Nơi bạn có thể xác định tất cả các loại sâu bệnh?
- ✓ Bạn có nghĩ rằng cây trồng khỏe mạnh?
- ✓ Thực tiễn quản lý nào là cần thiết vào thời điểm này?
- ✓ Vấn đề nào có thể xuất hiện trong tuần tới? Làm thế nào chúng ta có thể tránh nó? Làm thế nào chúng ta có thể được chuẩn bị?

Sau khi phân tích, giải quyết các vấn đề trên lúc đó mới xác định các hành động cần thực hiện.



Bọ rùa, thiên địch của rầy mềm chích hút chồi lá non ca cao



Nhộng mặt khỉ, thiên địch của bọ xít muỗi chích hút ca cao

32. BỆNH HẠI CA CAO

32.1. Bệnh do *Phytophthora palmivora*

Đây là bệnh hại chính trên ca cao. Bệnh xuất hiện trong suốt vòng đời của cây ca cao từ vườn ươm đến khi thu hoạch. Bệnh tấn công trên tất cả các bộ phận của cây như thân, cành, đọt hoa, lá và quả. Bệnh có ở tất cả các vùng trồng ca cao và trên tất cả các giống ca cao. Ngoài ca cao, *Phytophthora palmivora* còn có nhiều ký chủ khác như sầu riêng, cao su, bơ, đu đủ, sa-kê, dừa, sa-pô-chê, cây có múi, v.v...

Mầm bệnh từ 2 nguồn chính là quả bị bệnh và đất. Nước do mưa hoặc tưới làm đất có mang mầm bệnh văng lên thân, lá, trái hoặc đất có mầm bệnh được các loài côn trùng như kiến, mối mang lên cây để làm tổ, đường đi. Nguồn bệnh từ quả thì được phát tán do gió, nước mưa hoặc một vài loại côn trùng khu trú trong quả không mang mầm bệnh như bọ cánh cứng Scolytid và Nitidulid.

32.1.1. Triệu chứng bệnh

- Thối quả: trên quả, đốm đen nhỏ thường xuất hiện ở cuống hoặc đầu quả là nơi có ẩm độ cao nhất trong quả. Các vị trí khác trên quả tỉ lệ xuất hiện bệnh ít hơn. Đốm đen lan nhanh và bao trùm toàn quả. Dùng ngón tay ấn vào vùng vỏ bị đen thấy vỏ cứng.

- Loét thân: Nhìn toàn cây thấy tán lá không tươi, hơi vàng. Vùng bệnh xuất hiện trên thân, tập trung vùng gần mặt đất nơi tập trung nguồn bệnh. Vùng bệnh trên thân có màu sậm hơn vùng chung quanh và dễ phân biệt khi trời nắng khô. Dùng dao bén gọt phần vỏ ở vị trí nhiễm bệnh thấy có màu đỏ bầm.
- Thối/cháy lá: Lá non bị thối nhũn, thường bắt đầu từ chóp lá rồi lan dần vào. Các vị trí khác trên lá cũng bị nhiễm bệnh như với xác xuất thấp hơn. Đầu lá là nơi có ẩm độ cao nhất và kéo dài sau cơn mưa hoặc tưới.



Triệu chứng ban đầu của bệnh thối quả



Loét thân



Cháy lá

32.1.2. Phòng trị bệnh

- Vườn phải được thoát nước tốt
- Hạn chế trồng dòng TD5 ở những nơi có lượng mưa nhiều, áp lực bệnh cao.
- Sử dụng nhiều phân hữu cơ, nhất là phân gà và phân cút. Phân gà và cút có
- Actinomycetes là nấm đối kháng với Phytophthora
- Thăm vườn thường xuyên để sớm phát hiện bệnh
- Cắt bỏ quả bệnh cho dù vết bệnh nhỏ và vừa chớm phát. Bệnh trên quả chủ yếu là phòng. Một khi quả bị nhiễm bệnh khả năng trị lành rất thấp.
- Tỉa bỏ cành, lá, quả khô bệnh và tập trung để thuận tiện việc xử lí.
- Che vườn. Luôn giữ cây che phủ trên vườn để hạn chế/cản đất văng lên thân cây. Cây che phủ làm giảm sự biến động nhiệt độ và ẩm độ đất. Sự thay nhanh và thường xuyên các yếu tố nhiệt độ và ẩm độ giúp nguồn bệnh hình thành bao tử nang tồn tại lâu trong môi trường và dễ phát tán.
- Tủ vườn: Mỗi khi tỉa cành (ca cao, cây che bóng, cây chắn gió) cần giữ lại cành lá trên vườn để bảo đảm lúc nào mặt đất cũng được che phủ, kể cả mùa mưa.
- Phá bỏ đường đi của mối và kiến trên thân cành.
- Tỉa tán lá cây ca cao thông thoáng hợp lý
- Tỉa nặng cây che bóng vào mùa mưa
- Duy trì đầy đủ và cân đối dinh dưỡng khoáng trong đất
- Sử dụng Trichoderma virens, T. amazonicum
- Sử dụng phosphonate potassium để tiêm vào thân vào mùa mưa như như chất kích kháng
- Phun đồng đỏ, Metalaxyl, Mefenoxam, Phosetyl- Al khi có áp lực bệnh cao.

Quét thuốc trị loét thân bằng cách dùng dao bén gọt phần vỏ bệnh đến phần tiếp giáp với phần vỏ chưa bị nhiễm bệnh. Dùng dung dịch đồng đỏ hoặc Asetyl-Al/Metalaxyl (theo nồng độ khuyến cáo của nhà sản xuất) quét phủ kín phần thân đã gọt vỏ.

Tiêm Phosphonate Potassium để phòng trị loét thân và thối quả ca cao

Phương pháp:

- Lấy 1 phần thuốc Agri-Fos 400 + 1 phần nước = dung dịch tiêm cây.
- Tiêm 20 cc/cây có đường kính < 10 cm hoặc 40 cc/cây có đường kính 10 – 20 cm.
- Dùng ống tiêm 60 cc để hút dung dịch tiêm cây.
- Dùng khoan khoan thẳng góc vào thân cây với độ sâu 3 cm, đường kính 5 mm.
- Cắm chặt ống tiêm vào lỗ khoan.
- Dùng dây cao su buộc vào piston ống tiêm để ép dung dịch tiêm đi vào thân cây.

Hướng di chuyển của dung dịch tiêm chủ yếu từ gốc lên tán cây nên vị trí khoan càng thấp dưới gốc cây càng tốt. Nên tiêm thuốc vào buổi sáng khi khí khổng vừa mở, tán lá bốc thoát hơi nước nhiều tạo nên động lực vòng trên mạnh kéo dòng nước đi lên nhanh. Không nên tiêm thuốc vào ngày mưa, lúc trời âm u hoặc buổi chiều tối vì những thời điểm này động lực vòng trên (tạo nên từ việc bốc thoát hơi nước qua khí khổng) thấp hoặc không có nên dung dịch tiêm không bị rút vào thân được.

Nên tiêm 1 lần/năm vào đầu mùa mưa để phòng trị bệnh. Nơi có áp lực bệnh cao cần tiêm 2 lần trong mùa mưa.

Kết quả chích phosphonate lên bệnh loét thân ca cao. P.J. McMahon et al. 2010.

<i>Nghiệm thức</i>	<i>Mean total canker score</i>
Đối chứng không tác động	13.72a
Chích nước	12.92a
Chích phosphonate	2.8b



Tiêm thuốc phòng trị Phytophthora palmivora

32.2. Bệnh vết sọc đen (VSD)

Tác nhân gây bệnh: Bệnh do nấm *Oncobasidium theobromae* gây ra. Bệnh phát triển và phát tán khi có mưa nhiều, ẩm độ không khí cao. Bào tử phát tán vào sáng sớm (3 – 9 giờ sáng) và xâm nhập vào lá non trên cành. Từ khi nguồn bệnh xâm nhập đến khi có biểu hiện bên ngoài kéo dài 2 – 3 tháng. Trong thời gian đó các đợt lá mới phát triển nên lá có triệu chứng bệnh nằm ở vị trí sau một đợt lá kể từ đầu cành đếm ngược vào.

Triệu chứng và tác hại:

- Một hay nhiều lá nằm sau cơn đợt cuối cùng có màu vàng với những đốm xanh hoặc rìa lá và đuôi lá bị khô.
- Thân sần sùi với những mụn nhỏ do bì khổng nở rộng.
- Nhiều chồi nách trên cành phát triển không hoàn chỉnh
- Lấy dao bén cắt mỏng lớp biểu bì tại sọc lá thấy 1 – 3 đốm đen do các bó mạch dẫn bị tổn thương
- Khi chẻ dọc đoạn cành nhiễm bệnh có những sọc đen do các bó mạch dẫn bị hư.
- Khi thời gian nhiễm bệnh lâu, cành chết và khô ngược dần từ ngọn vào.

Đối với cây < 1 năm tuổi, triệu chứng không đặc trưng như cây lớn. Cây con nhiễm bệnh có triệu chứng lớn chậm, lá vàng nhạt, lá chân rụng sớm và đốt thân ngắn. Lột vỏ hoặc chẻ dọc đoạn thân/cành nhiễm bệnh thấy có những vết sọc đen.



Triệu chứng lá bệnh



Triệu chứng lá bệnh



Triệu chứng cành bệnh



Triệu chứng cành bệnh

Biện pháp phòng trừ

- Sử dụng giống kháng (TD 6) với tỉ lệ cao hơn những dòng vô tính khác ngay lúc thiết kế vườn ở những vùng có áp lực bệnh cao.
- Tỉa cành thông thoáng để giảm độ ẩm không khí
- Thăm vườn thường xuyên để sớm phát hiện bệnh.
- Tỉa bỏ cành cách nơi có triệu chứng khoảng 30 cm về phía gốc
- Đối với cây con bị bệnh (giai đoạn vườn ươm hoặc 1 năm tuổi sau khi trồng) nên nhổ bỏ và thay cây khỏe mạnh khác.
- Dùng thuốc gốc Azoxystrobin, Difenoconazole, Triamenol phun 1 lần/tuần, liên tục trong 4 tuần.

32.3. Bệnh nấm hồng

Tác nhân gây bệnh: *Corticium salmonicolor*. Bệnh xuất hiện chủ yếu vào mùa mưa ở những vườn cao quá ẩm và rợp do tán lá dày và mật độ cây trồng cao.

Triệu chứng bệnh:

Đoạn thân/cành lúc đầu nhiễm bệnh có màu trắng với nhiều sợi nấm nhỏ. Sợi nấm trắng đó chuyển dần sang màu trắng hồng hoặc vàng. Đây là giai đoạn nấm phóng thích bào tử và phát tán mầm bệnh. Sợi nấm mọc sâu vào phần gỗ cành. Vỏ vùng nhiễm bệnh mềm, bóc ra dễ dàng bằng tay. Lá nằm phần trên vùng nhiễm bệnh có màu vàng, khô nhưng vẫn lưu lại trên cây một thời gian.

Nếu thời tiết nắng khô trở lại, bệnh phát triển chậm lại và cây có thể phục hồi.



Triệu chứng bệnh nấm hồng



Triệu chứng bệnh nấm hồng

Phòng trừ bệnh:

- Thăm vườn thường xuyên để phát hiện bệnh sớm.
- Giảm bóng che, tỉa cành hợp lý để tăng độ thông thoáng vườn cây.
- Cắt bỏ và tiêu hủy cành bệnh. Nếu thân/cành lớn bị bệnh cần quét phun nơi vùng bệnh với các loại thuốc gốc đồng, Propiconazole, Hexaconazole, Validamycin.

32.4. Bệnh khô thân

Tác nhân gây bệnh: Cây thiếu nước, dinh dưỡng kém và bị nắng cường độ cao chiếu trực tiếp vào thân làm tổn thương mô dưới biểu bì. Mô tổn thương bị tập nhiễm các loại nấm như *Collectotricum*, tảo. Tảo không làm hại cây nhưng các loại nấm hại phát triển và làm khô chết cành.

Triệu chứng bệnh: Lớp tế bào dưới biểu bì có màu sậm, sau thời gian bào tử màu vàng cam xuất hiện từ vùng nhiễm bệnh. Lá trên cành bệnh kém phát triển, nhỏ, có màu nhạt. Cây ít hoặc không có lá non.



Triệu chứng bệnh khô thân



Triệu chứng bệnh khô thân

- p
- Tưới nước và bón phân đầy đủ. Gốc cây luôn được tủ để giữ ẩm.

- Phun hoặc bôi các loại thuốc có gốc đồng

33. SÂU HẠI

33.1. Bọ xít muỗi

Bọ xít muỗi (*Helopeltis theivora*) là côn trùng hại chính đối với ca cao ở Việt Nam. Bọ xít muỗi xuất hiện quanh năm ở tất cả các vùng trồng ca cao. Ngoài ca cao, ký chủ của bọ xít muỗi là trà, bơ, điều, ổi, bưởi, ...



Thành trùng bọ xít muỗi

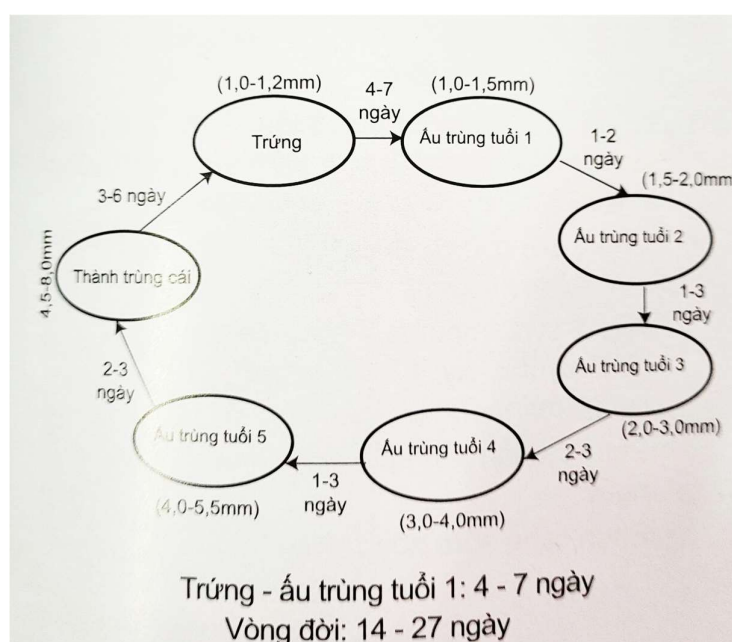


Triệu chứng quả bị hại



Triệu chứng cành bị hại

Bọ xít muỗi chích hút nhựa quả, chồi non để lại các vết chích thâm đen làm khô chồi, khô quả non hoặc làm quả phát triển không đều, dị dạng ảnh hưởng đến năng suất. Nếu bọ xít muỗi chích hút quả già và quả sắp chín thì năng suất và chất lượng không ảnh hưởng nhưng những quả này dễ bị thối trái nếu trong mùa mưa.



Vòng đời bọ xít muỗi.

Biện pháp phòng trừ

- Thiết kế vườn trồng theo hướng thuận tự nhiên, đa dạng sinh học trong đó một số trong những cây chắn gió, che bóng là môi trường thích hợp cho kiến giăng tơ, kiến đen như trầm bông vàng, trứng có, muồng đen, ...
- Thăm vườn thường xuyên để phát hiện côn trùng và triệu chứng mới

- Gìn giữ và nhân nuôi thiên địch là kiến đen (*Dolichoderus thoracicus*) và kiến giăng tơ (*Oecophylla smaragdina*)
- Trong trường hợp áp lực côn trùng hại nhiều, phun các loại thuốc: Alpha-cypermethrin, Thiamethoxam, Chlorpyrifos etyl + Imidacloprid, Lambda-cyhalothrin. Dựa trên vòng đời của bọ xít muỗi, nên phun thuốc 2 lần liên tục cách nhau không quá 10 ngày để bảo đảm thế hệ nở sau lần xử lý trước chưa kịp tới tuổi trưởng thành đẻ trứng.

Kiến đen ca cao

Kiến đen (*Dolichoderus thoracicus*) là một trong những thiên địch của bọ xít muỗi hại ca cao. Để có được hiệu quả, kiến phải hiện diện với số lượng cá thể lớn và năng động. Các yếu tố ảnh hưởng đến dân số và tính năng động của kiến là điều kiện làm tổ, nguồn thức ăn và thiên địch. Chất thải của rệp sáp là nguồn thức ăn thu hút kiến rất mạnh nên việc nhân nuôi rệp sáp trước khi nuôi kiến là công đoạn quan trọng để duy trì dân số kiến luôn ổn định và năng động. Thông thường rệp sáp là côn trùng gây hại cho cây nhưng khi cộng sinh với kiến sự phát triển của rệp sáp lại bị giới hạn và không đạt đến ngưỡng gây hại cho cây trồng. Khi ca cao trồng xen với dừa, sự hiện diện của kiến rất ổn định. Kiến đen thích làm tổ trong lá dừa, nhất là lá khô, và dừa cũng thường có rệp sáp cung cấp thức ăn cho kiến.



Kiến đen trên quả ca cao

Thiên địch của kiến là các loài kiến khác nên cần phải kiểm soát trước khi đưa kiến đen về nuôi. Nếu từ đầu có thể đưa được quần thể lớn kiến đen về vườn để lấn át các loài kiến khác thì việc phòng trị bọ xít muỗi sẽ nhanh và hiệu quả.

Kiến đen cắn không khó chịu như kiến lửa, kiến vàng, bọ nhót, v.v... nên không ảnh hưởng đến người.

Hoạt động của kiến đen không có ranh giới nên trong vườn có thể tồn tại quần thể lớn với các tổ kiến gần nhau. Với kiến đen được nuôi trong tổ, người trồng có thể chủ động phân bố mật độ của quần thể trong vườn để đạt kết quả tốt nhất bằng cách chủ động đặt để các tổ kiến với số lượng thích hợp trong từng khu vực.

34. Bộ cánh cứng (*Adoreus compressus* và *Apogonia* sp.)

Côn trùng có nhiều ở những vùng đất mới, gần rừng và tấn công tất cả các loại cây gặp được trên đường bay. Vào ban ngày, côn trùng ẩn nấp ở các khe đất, nơi tối cho đến lúc chạng vạng côn trùng bay đi kiếm ăn. Trên đường bay, côn trùng gặp cây nào sẽ bám vào đó. Côn trùng ăn phần thịt lá, chừa lại gân làm lá thủng lỗ chỗ, mất khả năng quang hợp, làm ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cây, nhất là giai đoạn vườn ươm và thời kỳ kiến thiết cơ bản (giai đoạn cây có ít lá). Với ca cao trưởng thành, tác hại của bộ cánh cứng không quan trọng.



Triệu chứng trên lá



Côn trùng gây hại

Biện pháp phòng trừ:

- Trồng cây che bóng tạm thời theo hàng liên tục giữa các hàng cao để cản đường bay của côn trùng.
- Phun các loại thuốc Chlorpyrifos, Dimethoate, Profenofos.

35. Sâu đục thân/cành/sâu hồng (*Zeuzera sp.*)

Sâu hại phổ biến ở các vùng trồng ca cao. Sâu đục bên trong ngọn thân, cành. Cành bị sâu đục héo dần rồi chết khô.

Biện pháp phòng trừ:

- Thường xuyên thăm vườn để có thể phát hiện sớm vết sâu đục. Cây bị sâu, gần gốc có bột gỗ mịn như mặt cưa là phần gỗ sâu đục trong thân và đùn ra ngoài. Nếu cành nhỏ nên cắt bỏ cành và diệt sâu bên trong. Đối với cành lớn và phát hiện sớm, bơm thuốc sâu vào lỗ sâu đục và dùng đất mềm bịt lại.
- Sử dụng các loại thuốc Fipronil, Carbosulfan.

36. Sâu đục vỏ quả (*Cryptophlebia encarpa*)

Triệu chứng quả bị hại

Sâu đục luồn quanh vỏ quả nhưng không đi sâu vào trong hạt. Quả bị sâu lớn chậm, hư và rất dễ bị thối quả.

Biện pháp phòng trừ :

- Thu gom quả bị sâu đem chôn hoặc gom thành đống trùn kín lại sau khi xử lý thuốc.
- Phun các loại thuốc Permethrin, Deltamethrin, Cypermethrin.

37. Mối

Mối là những côn trùng gây hại nghiêm trọng cây ca cao trong thời kỳ kiến thiết cơ bản, nhất là các vùng đất mới khai phá, gần rừng, trong vườn điều hoặc vườn có cây che bóng.

Thiệt hại do mối có khi lên đến 50% cây chết trong vòng 2 tuần lễ sau khi trồng.

Biện pháp phòng trừ

- Sử dụng các loại thuốc Chlorpyrifos, Fipronil, Imidacloprid theo liều hướng dẫn của nhà sản xuất để phun kỹ dưới đáy và quanh thành hố trước khi trồng cây. Sau khi trồng cây phun bề mặt đất quanh gốc cây và phun toàn cây.
- Đối với cây đã trồng cần đào rãnh sâu 8 – 10 cm quanh gốc, tưới 1 – 2 lít dung dịch thuốc tùy theo tuổi cây.

PHẦN 8. Kỹ thuật canh tác cây ca cao

38. Chuẩn bị bóng che

Bóng che trong sản xuất ca cao

Dưới ánh sáng mặt trời trực tiếp đầy đủ, lá ca cao phát triển khác so với khi được che. Đối với cây trưởng thành, những khác biệt này cũng có thể xảy ra trong tán của một cây duy nhất (tự che bóng), trong khi ở cây con, bất kỳ bóng che nào cũng sẽ phải đến từ một nguồn bên ngoài. Lá ca cao được che bóng có bề mặt lớn hơn, nhưng mỏng hơn và do đó có chỉ số diện tích lá (LAI) lớn hơn lá dưới ánh sáng mặt trời đầy đủ (Evans & Murray 1953; Gerritsma 1995; Almeida & Valle, 2007). Nhưng theo Ahenkorah và Akrofi (1968) ca cao không có bóng che tạo ra số lượng lá lớn hơn với diện tích lá lớn hơn ca cao có bóng che trong mùa khô.

Dưới nắng trời trực tiếp, thoát hơi nước nhiều tạo sự thiếu hụt nên lá tăng trưởng ít đi (lá nhỏ) so với lá có che bóng. (Almeida & Valle 2007). Trong bóng che, lá ca cao có hàm lượng diệp lục cao. (Evans & Murray 1953; Almeida & Valle, 2007). Lá ngoài nắng già nhanh hơn có lẽ là kết quả của nhiệt độ lá cao việc và thoát hơi nước mạnh (Wessel 1971; Gerritsma 1995). Ca cao thường được thiết lập dưới bóng che tạm thời, dần dần bị loại bỏ khi cây phát triển và sau một vài năm hình thành tán cây và do đó bắt đầu cung cấp khả năng tự che bóng (Evans & Murray 1953; Ahenkorah & Akrofi, 1968; Wessel 1971). Cây được thiết lập với ít hoặc không có bóng che có hình dạng không mong muốn với các đốt ngắn, tầng cành thấp và tán lá dày đặc (Wood 1985a). Không có bóng che, cây con cho thấy sự phát triển chậm, có thể là kết quả của việc giảm sự mở rộng của lá (Almeida & Valle 2007). Wessel (1971) ở Nigeria thấy rằng việc thiết lập ca cao trong đất dễ bị hạn cây trồng phát triển kém khi có sự hiện diện của cây rừng lớn làm cây che bóng là do cạnh tranh nước. Để giảm cạnh tranh, nên sử dụng bóng che bằng các loài cây che bóng nhỏ hơn. Các loài thường được sử dụng để cung cấp bóng che tại đây là sắn (*Manihot esculenta*) và chuối (*Musa spp.*) (Evans & Murray 1953; Ahenkorah & Akrofi, 1968; Wessel 1971). Các loài bóng che cũng có thể làm giảm xói mòn, cản dòng chảy và rửa trôi vốn là vấn đề ở những nơi đất trống (Evans & Murray 1953; Cunningham & Arnold 1962; Boyer 1973; Santana & Cabala-Rosand, 1982; Bia et al. 1998; Hartemink & Donald 2005; Snoeck và cộng sự. 2010). Một khi ca cao đã hình thành một tán cây tốt và một mạng lưới rễ dày đặc, một số lợi ích của các loài bóng che trở nên ít nổi bật hơn. Nguy cơ suy thoái đất trở nên không đáng kể (Boyer 1973; Santana & Cabala-Rosand, 1982; Hartemink & Donald 2005; Snoeck và cộng sự. 2010). Thông qua việc tự che bóng, các lá thấp hơn trong tán cây được bảo vệ nhiều hơn chống lại tác hại của ánh sáng mặt trời trực tiếp liên quan đến nhiệt độ lá cao, và thoát hơi nước mạnh. Bên cạnh việc giảm cường độ ánh sáng ảnh hưởng trực tiếp đến lá, bao gồm cả những lá trên cao trong tán cây, cây che bóng cũng làm giảm nhiệt độ không khí và đất, hoạt động như một cây chắn gió và giảm biến động độ ẩm khí quyển và độ ẩm của đất (Evans & Murray 1953; Cunningham & Arnold 1962; Bia et al. 1998). Các khe nhỏ trong đất, do rễ chết để lại, có thể cải thiện sự thông thoáng và thoát nước (Evans & Murray, 1953). Cây che bóng cũng có thể làm giảm suy thoái đất và tăng chất dinh dưỡng sẵn có thông qua chu kỳ rụng lá và cố định nitơ nếu nó thuộc họ đậu (Evans & Murray 1953; Cunningham & Arnold 1962; Ahenkorah, Akrofi & Adri, 1974; Bia et al. 1998; Isaac, Timmer & Quashie-Sam, 2007; Ofori-Frimpong và cộng sự. 2007). Cây ca cao trong điều kiện bóng che có tuổi thọ cao hơn và ít nhạy cảm với một số loài côn trùng gây hại và cỏ dại (Evans & Murray 1953; Cunningham & Arnold 1962; Wessel 1971; Ahenkorah, Akrofi & Adri, 1974; Ahenkorah và cộng sự. 1987; Bia et al. 1998; Zuidema và cộng sự. 2005). Cây che bóng có thể mang lại nhiều lợi ích hơn nữa bằng cách cung cấp thêm thu nhập thông qua trái cây và gỗ, và bằng cách tăng đa dạng sinh học và lưu trữ carbon (Beer et al. 1998; Duguma, Gockowski & Bakala, 2001; Dawoe, Isaac & Quashie-Sam, 2010; Gockowski & Sonwa, 2011). Tuy nhiên, cây che bóng cũng đã được chứng minh là làm giảm năng suất và giảm lợi ích của việc bón phân (Wessel 1971; Ahenkorah, Akrofi & Adri, 1974; Ahenkorah và cộng sự.

1987; Bia et al. 1998; OforiFrimpong và cộng sự. 2007; Gockowski & Sonwa, 2011). Điều này có liên quan đến việc ánh sáng đến ca cao giảm và do đó làm giảm quang hợp, cũng như làm tăng sự cạnh tranh về nước và chất dinh dưỡng (Evans & Murray 1953; Wessel 1971). Ảnh hưởng của cây che bóng phụ thuộc vào loài cây (Isaac, Timmer & Quashie-Sam, 2007). Một khi ca cao đã được thiết lập, việc loại bỏ các cây rừng lớn có khả năng gây ra thiệt hại cơ học cho cây ca cao và không được khuyến khích (Glendinning 1966). Cần chọn lựa cây che bóng để trồng. Ví dụ về các yếu tố cần tính đến là độ sâu và độ lan rộng của rễ, cấu trúc tán, thu nhập bổ sung có thể, thời điểm cây rụng lá và lượng lá rụng, sự cố định N₂, sự phù hợp của cây với điều kiện sinh thái

Phần lý thuyết trên sẽ chuyển sang phần sinh thái – ánh sáng.

39. Chuẩn bị đất trồng

Thiết kế đồng ruộng

Chuẩn bị mặt bằng:

- Dọn những ụ, đồng để có mặt bằng
- Thiết lập các bể nước hoặc hồ chứa cục bộ để chống xói mòn, cải thiện tiểu khí hậu và sinh thái.
- Trồng bằng mặt hay lên líp

Lên líp: Đất có địa thế thấp dễ ngập úng, đất ở sát chân đồi/núi, đất có kết cấu nặng, ca cao cần được trồng trên líp. Ngoài việc giúp thoát nước nhanh tránh úng đọng nước, hệ thống líp trồng còn tăng diện tích bề mặt nơi hệ thống rễ tập trung nên khả năng trao đổi khí của rễ cao hơn do đó rễ khỏe mạnh và cây khỏe mạnh.

Mặt bằng líp nhỏ và có độ dốc nên tưới nhiều nước để trôi xuống mương còn nếu ít sẽ không đủ cho cây nên khi trồng cây trên líp phải đồng bộ với hệ thống tưới nhỏ giọt. Đối với đất có độ dốc, ngoài những trường hợp đặc biệt đất bị nén chặt do tác động cơ giới trước đó thì cần phải cày trước khi trồng còn không, cần hạn chế xáo trộn đất làm mất cấu trúc đất, tăng sự rửa trôi bề mặt, và xáo trộn hoạt động của sinh vật đất.

Đường lô: nếu ca cao trồng trên diện tích rộng cần phải thiết kế đường lô sao cho phù hợp với yêu cầu thiết kế hệ thống tưới và thuận lợi trong việc đi lại chăm sóc vườn. Hàng cây 2 bên đường lô còn có công dụng chắn gió, thu hút sinh vật ăn côn trùng và nguồn cung cấp nguyên liệu cho chăn nuôi hoặc phân ủ

- Hàng cây chắn gió: nằm riêng cách hàng ca cao 1.5 – 2.0m
- Ca cao trồng hàng cách hàng từ 3.0 – 5m tùy theo việc chăm sóc là thủ công hay cơ giới hóa.
- Khoảng cách cây cách cây từ 2 – 3m.



Ca cao trên líp ở vùng đất có kết cấu nặng

40. Chống xói mòn

Vùng trồng ca cao ở Việt Nam hiện nay tập trung vào các tỉnh miền Đông Nam Bộ và Tây Nguyên nơi địa thế phổ biến là đất dốc nên việc chống xói mòn trong canh tác rất quan trọng để giữ lại lớp đất mặt mỏng màu mỡ rất quan trọng cho sự sống.

Dưới đây là một số kỹ thuật phổ biến để kiểm soát xói mòn hiệu quả, nhiều trong số đó là một phần của triết lý nông nghiệp phục hồi. Để áp dụng các biện pháp hiệu quả cần dựa trên điều kiện đặc thù từng vườn để xác định quá trình xói mòn diễn ra cụ thể để có biện pháp thích hợp. Xói mòn đất về cơ bản là sự tương tác giữa lực lôi kéo từ bên ngoài do gió và nước với lực giữ đất tại chỗ. Khả năng giữ đất phụ thuộc vào việc loại bỏ hoặc giảm thiểu các lực xói mòn và tối đa hóa sự ổn định của đất bằng cách thu hút nước vào đất và ngăn chặn để làm yếu lực tác động từ bên ngoài.

Để giảm lượng nước chảy có thể chia nhỏ thành nhiều dòng chảy và phân bố đều trên diện tích đồng thời làm chậm dòng chảy bằng cách thiết kế ruộng bậc thang, đào rãnh đồng mức, làm bồn, trồng theo đường đồng mức. Với rãnh đồng mức ngoài việc làm chậm dòng chảy còn có tác dụng cho nước có nhiều thời gian để thấm sâu vào trong đất.

41. Tăng cường chất hữu cơ trong đất

Chất hữu cơ trong đất, được tạo thành từ sự phân hủy thực vật và động vật. Đây là chất keo giúp liên kết đất với nhau và giữ cho nó neo tại chỗ. Nghiên cứu cho thấy rằng việc tăng chất hữu cơ từ 1 đến 3% có thể làm giảm xói mòn từ 20 đến 33% vì nó làm tăng khả năng giữ nước của đất. Tăng cường chất hữu cơ đất qua phân ủ hoặc nguyên liệu che phủ đất.

42. Trồng cây che phủ đất

Cây che phủ đất là các loại cây được trồng hoặc mọc tự nhiên được giữ lại để che phủ mặt đất và duy trì rễ sống trong đất để tạo sự liên kết đất với rễ. Cây che phủ giúp chống lại các lực xói mòn do nước và gió đi qua.

Cây che phủ còn có những lợi ích khác như cung cấp chất hữu cơ cho đất, giảm lượng đầu vào các chế phẩm nhân tạo và tốn kém mà người nông dân sẽ cần phải bổ sung. Cây che phủ làm tăng đa dạng sinh học, thu hút thiên địch và giảm các bệnh do vi khuẩn và nấm có thể gây hại cho sức khỏe của đất và cố định carbon khí quyển thông qua sinh khối từ cây che phủ tạo nên. Các loại cây che phủ phổ biến bao gồm cây họ đậu, các loại cỏ dễ trồng và có sinh khối lớn như cỏ sả, cỏ Mỹ, hoặc hỗn hợp nhiều loại cỏ. Đây cũng có thể là nguồn thức ăn thêm cho gia súc.

Cây che phủ giúp ổn định nhiệt độ và ẩm độ đất là điều kiện thuận lợi cho sự phát triển rễ và hoạt động của sinh vật đất.

43. LÀM ĐẤT TỐI THIỂU

Cày xới trước khi trồng cây là kỹ thuật được thực hiện từ lâu nhưng trong những thập niên gần đây khoa học nông nghiệp đã chứng minh là không làm đất lại mang nhiều lợi ích hơn. Đặc biệt do không làm xáo trộn đất nên giảm xói mòn và dòng chảy, có lợi cho năng suất cây trồng và chất lượng nước. Không cày xới cũng làm giảm thất thoát các chất dinh dưỡng quan trọng trong đất.

44. Cây che bóng

Những nơi gió mạnh, khô việc chắn gió che bóng là yếu tố then chốt quyết định sự thành công trong giai đoạn kết thiết cơ bản. Có thể nói chưa bảo đảm được bóng che thì chưa nên trồng ca cao.

44.1 Che bóng tạm thời

Chỉ trồng để che bóng cho ca cao trong giai đoạn kết thiết cơ bản. Cây che bóng tạm thời cần trồng với mật độ dày, chọn các loại cây lớn nhanh và được trồng gần ca cao để sớm phát huy tác dụng.

Cây che bóng có thân nhỏ nên trồng theo hàng liên tục để cản đường di chuyển của bộ cánh cứng.

Các loại cây che bóng tạm thời:

- Muồng hoa vàng là chọn lựa tốt vì là cây họ đậu, lớn nhanh, nhiều hoa thu hút thiên địch
- Chuối: sinh khối tương đối cao, dễ trồng, thu nhập ngắn hạn.

Có thể kết hợp muồng hoa vàng, chuối, trên hàng muồng hoa vàng trồng xen flemingia và trà khổng lồ.

- Cỏ Mỹ: tận dụng thêm vào mùa mưa, tăng cường thêm ở nơi có gió mạnh. không tốn công trồng và chăm sóc, cho sinh khối lớn
- Flemingia: nguồn thức ăn cho chăn nuôi, có thể lưu lâu dài cho đến khi ca cao khép tán

Thời điểm trồng: trồng trước khi xuống giống. Chuối 4 – 6 tháng; muồng hoa vàng, lemingia 3 – 4 tháng.

Mật độ: chuối cùng mật độ với ca cao; muồng hoa vàng: gieo giữa hàng ca cao với 5 kg hạt giống/ha

44.2. Che bóng vĩnh viễn

Loại cây che bóng ngày sẽ sống chung với ca cao cho đến hết chu kỳ kinh tế.

Chọn cây: trong mô hình canh tác phục hồi và nông nghiệp tuần hoàn cây che bóng vĩnh viễn cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- Không lãng phí tài nguyên thiên nhiên: ánh sáng, diện tích đất, nước, dinh dưỡng khoáng. Do đó cây che bóng không chỉ là cung cấp bóng che hợp lý cho ca cao trong từng giai đoạn sinh trưởng mà còn đóng góp vào việc đa dạng sinh học; điều hòa tiểu khí hậu trong vườn, nơi cư trú của những sinh vật có lợi, nguồn thu nhập khác ngoài ca cao (tùy theo nhân lực và mục tiêu của người trồng)
- Lớn nhanh, tán lá thưa và phân bố đều; đa dạng sinh học, là nơi cư trú hoặc nguồn thức ăn của những sinh vật có lợi (chim, kiến, ong); nguồn cung cấp hữu cơ cho chăn nuôi, phân ủ, nguyên liệu ủ gốc,

Thời điểm trồng: để dễ tổ chức thực hiện nên trồng cùng lúc với ca cao. Vị trí trồng:

- Trên hàng ca cao: dễ đi lại chăm sóc nhưng có thể cạnh tranh ánh sáng; khó quản lý
- Giữa 2 hàng ca cao: dễ quản lý nhưng khó đi lại

Tên cây	Tên khoa học	Chức năng phụ
Keo dậu	Leuceana glauca	Thức ăn cho dê, trụ tiêu, chất xanh cho phân ủ
Anh đào giả	Gliricidia sp	Thức ăn cho dê, trụ tiêu, chất xanh cho phân ủ, cây cảnh (hoa đẹp)
Cẩm lai Bà Rịa	Dalbergia bariensis	Thức ăn cho dê, trụ tiêu, chất xanh cho phân ủ,
Cau	Areca catechu	Ong, kiến vàng, kiến đen

Dừa	Cocos nucifera	Ong, kiến vàng, kiến đen
Hoa hòe	Sophora japonica	Dược liệu; chất xanh cho phân ủ
Trôm	Sterculia foetida	Mủ cây
Trứng cá	Muntingia calabura	Thức ăn cho chim; thu hút kiến vàng
Quế	Cinnamomum verum	Vỏ
Lưỡi ươi	Scaphium macropodum	Quả
So đũa	Sesbania grandiflora	Thức ăn cho dê, trụ tiêu, chất xanh cho phân ủ,
Dó bầu	Aquilaria sp	Thân
Xoan đào	Prunus ceylanica	Thức ăn cho dê, trụ tiêu, chất xanh cho phân ủ,
Vông nem	Erythrina sp	Chất xanh cho phân ủ
Tràm bông vàng	Acacia auriculiformis	Thu hút ong, kiến vàng, chỗ cư trú cho chim
Xà cừ	Khaya senegalensis	Chỗ cư trú cho chim, kiến vàng; thức ăn cho dê
Lòng mứt		Nọc tiêu; thanh long; giấy leo; hữu cơ cho ủ phân

Chọn giống cây: kết hợp nhiều loại để tăng sự đa dạng sinh học

Mật độ khoảng cách: phân bố đều trên vườn. Trồng dày sau đó tỉa dần khi cao lớn. Tùy theo mục tiêu, mật độ cây che bóng có sự khác biệt lớn khi vào giai đoạn kinh doanh. Trong giai đoạn kiến thiết cơ bản mật độ cây che bóng là 300 – 500 cây/ha. Nếu cây che bóng thường xuyên được tỉa cành để lấy sinh khối cho chăn nuôi, tủ gốc, làm phân ủ mật độ cây sẽ cao kể cả trong thời kỳ kinh doanh. Mật độ giao động từ 80 – 150 cây/ha trong giai đoạn kinh doanh thường được thực hiện.

44.3. Quản lý bóng che

Cây che bóng có vai trò rất quan trọng trong gian đoạn kiến thiết cơ bản. Nhiều vườn trồng ca cao thất bại yếu tố chính là do thiếu cây che bóng trong thời gian đầu sau khi trồng. Nếu cần thiết, cây che bóng cũng phải được bón phân, tưới nước và phòng trị sâu bệnh để đạt mật độ, độ cao, tán lá thích hợp vào giai đoạn môi trường không thuận lợi như vào mùa khô lúc gió mạnh và cường độ ánh sáng cao rất bất lợi cho sự sinh trưởng cho cây ca cao.

Cây che bóng cần được tỉa cành cho phù hợp trong từng giai đoạn phát triển cây ca cao. Vào mùa mưa, cây che bóng cần tỉa mạnh để tạo sự thông thoáng nhằm hạn chế bệnh trên cây ca cao. Trong thời kỳ kiến thiết cơ bản, cây cần nhiều bóng che (75%) và bóng che giảm dần khi ca cao vào giai đoạn kinh doanh (50%).



Muồng hoa vàng



Muồng hoa vàng



Keo dậu



Keo dậu



Flamingia



Quế



Xoan đào



Anh đào giả

45. Chắn gió

Lá cao có bản rộng và cuống lá dài nên dễ bị lay gãy/giập và rụng khi có gió mạnh (> 12 km/giờ) và kéo dài. Gió thường xuyên làm lệch tán lá, khó tạo hình và khi đất ẩm dễ bị long gốc.

Khi cao đã khép tán thì việc chắn gió quan trọng hơn che nắng. Gió mạnh sẽ làm rụng hoa, và lá. Khi lá bị rụng do gió, ánh sáng chiếu trực tiếp trên phần thân cành non sẽ tạo tổn thương cục bộ làm cây rất dễ bị bệnh khô thân. Gió mạnh sẽ thổi bay lớp che phủ trên bề mặt làm đất khô, nóng ảnh hưởng đến sinh trưởng hệ thống rễ, sinh vật đất và giảm hiệu quả sử dụng nước. Muồng hoa vàng, flemingia gieo trồng thành hàng liên tục thường sử dụng làm cây che bóng tạm thời trong thời kỳ kiến thiết cơ bản nhưng cũng có tác dụng chắn gió tầng thấp rất hiệu quả.

Cây sử dụng làm chắn gió là những loại có thân cao, tán rộng và rễ sâu để khỏi bị gió thổi ngã. Để chắn gió có hiệu quả, khoảng cách giữa các hàng chắn gió bằng 10 lần chiều cao cây và khi đó cây trồng giữa 2 hàng cây chắn gió sẽ an toàn khi có gió mạnh.

Cây chắn gió được sử dụng phổ biến ở vùng Tây Nguyên là muồng đen. Với hướng canh tác thuận tự nhiên, cần đa dạng chủng loại cây chắn gió để ngoài công dụng chính là chắn gió, đây còn là môi trường cho các sinh vật có lợi cho nông nghiệp cư trú và phát triển như các loại chim (chim cú, chim sâu, bìm bịp, ...), các loại kiến, ong... Hàng cây chắn gió cũng có thể là nguồn thu nhập khác từ lá cành, quả, được sử dụng như thực phẩm, thức ăn gia súc hoặc nguồn hữu cơ cho đất. Hàng cây chắn gió hiệu quả là sự kết hợp của nhiều loại cây với dạng lá và độ cao khác nhau với chiều dày là 2 hàng trở lên. Mật độ trồng không quá dày hoặc quá thưa để cho gió luồn qua chậm lại chứ không phải cản hoàn toàn và 20 – 50% gió đi qua là tốt nhất. Hàng cây chắn gió dày sẽ tạo luồng gió xoáy cuốn trên ruộng. Những loại cây có thể dùng để thiết lập hàng cây chắn gió mít, xoài, trứng cá, trôm, cao su, muồng đen, tram bông vàng, dầu, xoan, sao, xà cừ, ...

Bảng: Mật độ cây trên một băng chắn gió

Cây cách cây	
Cây thấp (6m)	0.6 – 2.0m
Cây trung bình (6 – 15m)	1 – 3m
Cây cao (>15 m)	2 – 5m
Hàng cách hàng	
Nếu hàng bên cạnh thấp	1.8 - 3.0m

Nếu hàng bên cạnh trung bình	2 – 5m
Nếu hàng bên cạnh cao	2.5 – 6.2m

Hàng cây chắn gió hiệu quả cao nhất là nằm thẳng góc với hướng gió. Trong trường hợp gió đến từ nhiều hướng (tùy theo mùa và địa hình cục bộ) cần thiết có hàng cây chắn gió quanh vườn. Để tăng cường hiệu quả chắn gió, các đường lô cũng cần được trồng theo tiêu chí cây chắn gió.

PHẦN 9. Cỏ Mỹ/cỏ đuôi chồn

Tên khoa học *Pennicetum setaceum*. Đây là thực vật C4, thuộc họ hòa bản, có nguồn gốc ở Châu Phi, Đông Nam Á và Trung Đông. Cỏ đẻ nhánh và mọc thành cụm, tăng trưởng nhanh, lá xanh, hẹp cong xuống thành hình vòng cung. Chiều cao bụi cỏ có thể đến 2.5m và hệ thống rễ chùm phát triển rất mạnh. Cỏ có quang kỳ tính, ra hoa trong điều kiện ngày ngắn vào khoảng tháng 11 – 01. Cỏ có nhiều hạt nên phát tán rộng nhanh. Hạt cỏ có thể nằm nhiều năm trong đất vẫn không mất sức nảy mầm nên khả năng tái sinh rất mạnh sau khi bị đốt cháy hoặc xử lý thuốc diệt cỏ. Cỏ thuộc nhóm C4 cần ánh sáng cường độ cao nên cỏ sẽ yếu dần và chết khi cây tăng cao khép tán.

Tên thông dụng:

Tiếng Anh: Fountain grass. Khi cây ra hoa, hình dạng tổng thể của bụi cỏ với lá dài cong xuống và nhiều phát hoa mọc thẳng lên có màu trắng/hồng gợi nhớ đến đài phun nước

Tiếng Việt:

- Cỏ đuôi chồn. Khi cây ra hoa, hình dạng phát hoa giống như đuôi chồn
- Cỏ Mỹ: trong thời chiến tranh Việt Nam những vùng đất bị bom napal đốt cháy hết thực bì thì vụ mùa mưa sau cỏ này mọc rất nhiều nên được nghi là do người Mỹ rải xuống để cản trở hoạt động nông nghiệp của đối phương và đồng thời làm thuận lợi việc khai hoang bằng cách đốt cháy.

Hạt cỏ Mỹ nhỏ nên giai đoạn đầu sau khi nảy mầm cây con rất nhỏ và tăng trưởng chậm. Đây là điểm bất lợi của cỏ mỹ trên những chân đất tốt. Cỏ mỹ tăng trưởng chậm giai đoạn đầu nên khi những loài thực vật khác nảy mầm và phát triển nhanh (trường hợp đất tốt) thì sẽ lấn át cỏ mỹ vì không đủ ánh sáng để phát triển. Trong trường hợp này cỏ mỹ sẽ ít dần và từ từ sẽ biến mất hoặc còn rất ít. Nếu thảm thực vật này bị đốt thì cỏ Mỹ sẽ phục hồi nhanh và mật độ cây nhiều hơn trước. Nếu biện pháp đốt để diệt cỏ lặp lại nhiều lần thì trên đất vào mùa mưa gần như chỉ thuần cỏ mỹ. Kết quả này có được do hạt cỏ mỹ nhiều, lẫn trong đất nên không thể cháy hết khi bị đốt ở trên mặt.

Trên nền đất xấu, khắc nghiệt, cỏ Mỹ có nhiều ưu thế. Các loài thực vật khác có thể nảy mầm trước nhưng tăng trưởng kém (đất xấu) nên thân lá không đủ để che hết cỏ mỹ nảy mầm sau và từ từ cỏ mỹ sẽ lấn át do huy động chất dinh dưỡng trong đất (dạng khó tiêu) tốt hơn và dần chiếm ưu thế. Chiều cao cỏ mỹ có thể lên đến 2.5m nên có thể sản xuất lượng sinh khối rất lớn nên rất hiệu quả trong việc phục hồi hữu cơ ở đất bạc màu. Sau thời gian, lượng sinh khối lớn do cỏ mỹ đem lại sẽ làm đất tốt dần lên và các loài thực vật khác bắt đầu xuất hiện. Nếu quản lý cỏ bằng cách cắt bỏ tại chỗ (không đốt) thì sau thời gian mật độ cỏ Mỹ giảm dần cùng lúc xuất hiện những thực vật mới trong môi trường. Nhờ các đặc tính dễ trồng, dễ phát tán, phát triển được trên đất xấu, cho sinh khối cao nên cỏ mỹ được chọn lựa để phục hồi hữu cơ đất trong giai đoạn ban đầu rất hiệu quả với đầu tư thấp. Khi cỏ chết đi, hệ thống rễ rộng, sâu sẽ bị phân hủy giúp đất tơi xốp, tăng khả năng giữ nước của đất cũng như dẫn nước thấm sâu đồng thời cũng là môi trường tốt để vi sinh vật đất phát triển.

Cỏ Mỹ giữa 2 hàng chuối xen cao với công dụng:

- Chấn gió tầm thấp
- Cản sự di chuyển của bộ cánh cứng
- Chống xói mòn lòng mương mùa mưa
- Nguyên liệu ủ gốc tại chỗ vào mùa khô

PHẦN 10. Kỹ thuật ủ chua vỏ ca cao

Vỏ quả, phụ phẩm với số lượng lớn trong quy trình sản xuất hạt ca cao. Trung bình sản xuất một tấn hạt khô phần vỏ quả tươi bỏ đi là 7 – 9 tấn. Vật liệu dư thừa này thường được ủ để làm phân bón, tuy nhiên nhiều nghiên cứu cho thấy vỏ quả nếu được sử dụng cho chăn nuôi thì hiệu quả sẽ cao hơn. Bột vỏ quả ca cao có thể chiếm 20% trong thức ăn hỗn hợp cho gà, heo. Hiện nay vỏ quả tươi được sử dụng phổ biến cho chăn nuôi dê và bò. Vỏ quả tươi không thể để lâu, không quá 2 ngày, vì sẽ bị tạp nhiễm nấm mốc ảnh hưởng sức khỏe của vật nuôi. Để sử dụng hợp lý và hiệu quả nguồn phụ phẩm giá trị này cho chăn nuôi, phần dư thừa sau khi gia súc ăn tươi được ủ chua để sử dụng được lâu dài.

Ủ chua vỏ ca cao cho gia súc là biện pháp bảo quản, dự trữ thông qua quá trình lên men yếm khí.

Vỏ ca cao cần đập nhỏ hoặc xắt lát mỏng trước khi ủ.

46. Nguyên liệu

- Vỏ ca cao: 100 kg Rỉ mật: 2 - 3 lít
- Cám gạo/Cám bắp: 1 - 2 kg Muối ăn: 0,5 - 1 kg
- Túi ủ chua: 3 - 4 chiếc

47. Cách làm

- **Bước 1:** Trái ca cao sau khi tách hạt phần vỏ cần đập nhỏ hoặc xắt lát. Không nên trữ vỏ quá 24 giờ sau khi tách hạt để tránh các loại nấm bệnh phát triển trên vỏ trái
- **Bước 2:** Nguyên liệu đã chuẩn bị ở phần 1 được trộn đều với muối ăn, cám ngô/cám gạo và mật rỉ đường theo khối lượng đã chuẩn bị ban đầu
- **Bước 3:** Đóng túi ủ chua.

Cho nguyên liệu đã trộn đều vào túi ủ chua khoảng 30 - 50 kg/túi. Cứ xếp được 15 - 20 cm thì nén chặt một lần cho không khí thoát hết ra ngoài. Đến khi đầy túi thì buộc chặt lại, tạo điều kiện yếm khí cho vi sinh vật hoạt động được tốt hơn trong quá trình ủ. Cần thường xuyên theo dõi, nếu khí đầy căng bao thì xả khí và tiếp tục buộc chặt.

- **Bước 4:** Tiến hành ủ chua

Phủ một lớp rơm khô khoảng 5 cm lên trên bề mặt thức ăn ủ chua, vuốt hết không khí rồi buộc chặt miệng túi bằng dây cao su. Sau 7 ngày khối ủ sẽ xẹp bớt xuống thì tiếp tục nén chặt thêm khối ủ, nén càng chặt, loại bỏ tối đa lượng không khí có trong túi thì chất lượng ủ chua sẽ đạt tốt nhất.

- **Bước 5:** Bảo quản thức ăn ủ chua

Quá trình ủ chua sau khoảng 15 - 20 ngày có thể bắt đầu lấy cho gia súc ăn. Các túi ủ sau khi đã hoàn thành, nên để ở nơi râm mát có mái che, tránh nước mưa ngấm vào và đề phòng chuột cắn túi. Sau khi lấy cho gia súc ăn cần buộc chặt lại để tránh làm hư hỏng khối thức ăn đã ủ, thức ăn bảo quản được lâu hơn, không làm giảm chất lượng.

48. Cách cho ăn

Vào ngày đầu tiên sử dụng vỏ ca cao ủ chua nên cho ăn lượng nhỏ để cho gia súc quen dần, sau đó tăng dần và đến ngày thứ 3 hay ngày thứ 4 thì cho ăn lượng tối đa cần thiết. Lượng thức ăn ủ xanh cho trâu, bò ăn một ngày đêm là: Trâu, bò: 7 - 12 kg; Bê, nghé: 4 - 7 kg. Ngoài ra, vẫn nên cho gia súc ăn thêm cỏ xanh và rơm. Lưu ý: Gia súc đang mang thai ở thời kỳ cuối, gia súc đang nuôi con, bê, nghé quá nhỏ, những con đang bị tiêu chảy thì hoàn toàn không cho ăn vỏ ca cao ủ chua.

PHẦN 11. Phân ủ/phân hữu cơ

Phân ủ là chất hữu cơ (động và thực vật) đã được phân hủy do tác động của vi khuẩn và các sinh vật khác sau một thời gian. Sản phẩm cuối cùng rất khác so với vật liệu ban đầu, có màu nâu đậm, mịn và mùi không hôi.

49. Công dụng

Phân hữu cơ cải thiện cấu trúc của đất, giúp đất tơi xốp thoáng khí hơn nhưng giữ được nhiều nước hơn và giảm xói mòn. Phân hữu cơ làm tăng khả năng giữ nước của đất nên đất sẽ chậm khô khi gặp hạn.

Do cấu trúc đất được cải thiện, phân hữu cơ giúp cây trồng dễ dàng hấp thụ hơn chất dinh dưỡng đã có sẵn trong đất. Phân hữu cơ cũng có thể cải thiện chất lượng đất bằng cách bổ sung chất dinh dưỡng.

Phân hữu cơ có thể làm giảm các vấn đề về sâu bệnh trong đất và trong mùa vụ do cây trồng sẽ khỏe mạnh hơn và do đó chống lại sâu bệnh và dịch bệnh tấn công tốt hơn.

Phân hữu cơ không bị rửa trôi qua đất như phân hóa học nên tác dụng có lợi kéo dài lâu hơn. Cây được trồng bằng phân bón hóa học nếu không sử dụng đúng cách sẽ hấp dẫn sâu bệnh hơn bởi vì chúng có sự phát triển xanh tốt hơn do dư thừa đạm.

Nếu các chất hữu cơ được gom để đống không cần tác động gì thì lâu ngày cũng sẽ bị phân hủy và thành phân hữu cơ nhưng sẽ mất nhiều thời gian và phần lớn chất dinh dưỡng bị mất đi. Trong một đống ủ được quản lý đúng kỹ thuật, thời gian phân hủy chất hữu cơ sẽ nhanh và sự thất thoát chất dinh dưỡng sẽ giảm đi, do đó sẽ có nhiều chất dinh dưỡng hơn để cung cấp cho cây trồng khi sử dụng. Loại đống ủ này thường sẽ nóng lên đủ để tiêu diệt một số hạt cỏ dại và bệnh cây trồng.

50. Thành phần của đống phân ủ

Gần như tất cả các chất hữu cơ đều có thể được sử dụng để làm phân ủ nhưng các loại vật liệu khác nhau sẽ mất những khoảng thời gian khác nhau để phân hủy và tạo thành các sản phẩm cuối cùng khác nhau.

50.1. Tỷ lệ C/N

Cần thiết là phải kết hợp các vật liệu già, cứng với các vật liệu non và mềm để có kết quả tốt. Điều này là do các loại chất hữu cơ khác nhau chứa tỷ lệ carbon và nitơ khác nhau. Nói chung, vật liệu sống, mềm phân hủy nhanh chứa hàm lượng carbon thấp nhưng hàm lượng nitơ cao. Vật liệu cứng và khô, chẳng hạn như rơm rạ, dăm bào phân hủy chậm và chứa một lượng lớn carbon nhưng lại có lượng nitơ thấp.

Quá ít vật liệu giàu nitơ thì quá trình phân hủy sẽ chậm còn ngược lại nếu nhiều nitơ đống ủ sẽ trở nên acid và có mùi hôi.

Việc ủ phân sẽ đạt kết quả tốt khi phối hợp vật liệu sống và khô đạt được tỉ lệ C/N từ 25:1 đến 40:1. Tỉ lệ này sẽ giảm dần trong quá trình ủ và đạt 14 – 17:1 khi kết thúc.

C/N của một số vật liệu:

- Dăm gỗ từ 400:1 tới 500: 1.
- Lá thông 100:1
- Phân bò: 20 – 30:1
- Cỏ xanh: 17 - 25: 1.
- Thân lá tươi cây họ đậu: 15 – 20:1

50.2. Ẩm độ

Trong quá trình ủ phân, ẩm độ ở đồng phân ủ cần duy trì ở mức 50 – 60%.

Hoạt động của các sinh vật trong đồng ủ sẽ chậm lại nếu đồng ủ quá khô. Nhưng nếu đồng ủ trở nên quá ẩm ướt thì sẽ không có đủ không khí và các sinh vật ủ phân sẽ chết. Điều này sẽ khiến đồng phân lên men chứ không phải ủ phân hữu cơ. Trong thực hành, đánh giá lượng nước phù hợp cần một chút kinh nghiệm.

50.3. Tưới nước

Trong điều kiện khô ráo, đồng ủ cần được tưới nước hai lần một tuần. Một cách để kiểm tra độ ẩm là đặt một bó cỏ khô nhỏ vào giữa đồng ủ. Khi gỡ bỏ, sau năm phút, nó sẽ cảm thấy ẩm ướt. Nếu không, nước cần được thêm vào đồng. Có một số cách để giảm sự bốc hơi từ đồng ủ và do đó làm giảm lượng nước cần bổ sung vào:

- Phủ đồng ủ bằng lá chuối hoặc cỏ cắt
- Phủ một lớp bùn lên đồng ủ
- Không đảo trộn đồng ủ. Nếu đồng trở nên quá ẩm ướt thì nên xới ra và trộn với chất hữu cơ khô hoặc để khô dưới ánh nắng mặt trời trước khi đóng lại.

50.4. Độ thông thoáng

Vi khuẩn tham gia quá trình ủ phân hữu cơ là vi sinh vật hiếu khí, vì vậy cần có đủ không gian không khí để cho phép đồng ủ được "thở". Khí CO₂ được tạo ra bởi hoạt động của các sinh vật cũng cần được thổi ra ngoài bằng một luồng không khí. Nếu không có đủ không khí, các sinh vật không mong muốn khác sẽ phát triển mạnh, tạo ra mùi hôi và làm chậm quá trình phân hủy của đồng.

50.5. pH

pH thay đổi trong quá trình ủ phân. Khi bắt đầu ủ, sự phân hủy chất hữu cơ sản sinh ra các acid làm môi trường có tính acid nhẹ và pH thường dao động từ 6 – 7. Quá trình ủ phân tiếp tục, các vi sinh vật phân hủy tiếp các chất hữu cơ làm pH tăng dần lên trên 7.0.

Trong giai đoạn cuối cùng của quá trình ủ phân, hầu hết các chất hữu cơ đã được phân hủy và pH đồng phân ổn định trong khoảng 6.5 – 8.5

50.6. Vi sinh vật tham gia trong quá trình ủ phân

- **Vi khuẩn:** Vi khuẩn tham gia vào bước đầu tiên của việc phân hủy chất hữu cơ trong quá trình làm phân ủ. Vi khuẩn phân hủy các chất hữu cơ phức tạp thành các dạng đơn giản hơn. - Nấm:
- **Nấm:** Nấm tham gia việc phân hủy các thành phần hữu cơ cứng mà vi khuẩn không phân hủy được như lignin và cellulose.

- **Xạ khuẩn:** Sinh vật giống nấm nhưng thực chất là vi khuẩn dạng sợi. Giống như các vi khuẩn khác, chúng thiếu nhân, nhưng chúng phát triển các sợi đa bào như nấm. Xạ khuẩn tham gia vào việc phân hủy các chất hữu cơ phức tạp như cellulose, lignin, chitin và protein. Các enzyme của chúng giúp phá vỡ các mảnh vụn cứng như thân gỗ, vỏ cây hoặc protein.
- **Động vật nguyên sinh (protozoa):** Đây là các động vật đơn bào ăn vi khuẩn và các vi sinh vật khác. Vai trò của chúng là kiểm soát lượng vi khuẩn giúp điều tiết quá trình ủ phân.
- **Tuyến trùng:** Tuyến trùng ăn vi khuẩn, nấm và các chất hữu cơ. Tuyến trùng có vai trò chuyển hóa (cycling) dinh dưỡng trong đồng ủ và giữ quần thể vi sinh vật cân bằng.

50.7. Nhiệt

Đồng ủ sẽ tạo ra nhiệt của chính nó khi quá trình phân hủy diễn ra. Nếu đồng ủ trở nên quá nóng, các vi sinh vật có thể chết một phần, khiến quá trình phân hủy diễn ra chậm lại. Khi đồng nguội đi, các sinh vật sẽ phát triển mạnh trở lại.

Để kiểm tra nhiệt của đồng ủ có thể đặt nhiệt kế vào trong thân cây tre nhỏ và cắm vào đồng ủ. Trên thân tre khoan nhiều lỗ nhỏ để sự trao đổi nhiệt xảy ra nhanh. Trong vài ngày đầu nếu nhiệt độ không tăng có nghĩa là quá trình phân hủy chưa bắt đầu. Trong trường hợp này, có thể cần thêm không khí hoặc nước, hoặc đồng ủ có thể chỉ cần để lâu hơn một chút. Nếu đồng ủ rất nóng, quá trình phân hủy đang diễn ra nhưng nhiệt độ quá cao có thể giết chết vi sinh vật. Trong trường hợp này, việc cung cấp không khí cần phải giảm đi và thêm nhiều nước hơn để làm mát.

Việc kiểm tra nhiệt độ nên tiến hành thường xuyên. Thực hiện một đồng phân ủ.

50.8. Kích thước

Kích thước phù hợp cho một đồng là rộng khoảng 2 mét, cao 1,5 mét. Nếu lớn hơn

nhiều thì không khí lưu thông sẽ kém. Trong trường hợp đồng ủ nhỏ (nhỏ hơn 1 mét x 1 mét) nhiệt tích không đủ để quá trình phân hủy chất hữu cơ thuận lợi. Nếu lượng vật liệu nhiều, chiều dài có thể thay đổi theo yêu cầu nhưng không nên tăng chiều cao.

- Trước tiên, làm một lớp đáy cao 30 cm và rộng 2 mét bằng vật liệu thực vật thô như cành cây để đảm bảo lưu thông không khí và thoát nước tốt.
- Thêm một lớp vật liệu khó phân hủy như thân cây ngô, mùn cưa, mụn dừa, ... dày 10cm.
- Phủ thêm một lớp vật liệu dễ phân hủy như rau củ quả phế liệu dày 10 – 20 cm.
- Thêm 2cm phân động vật, phân ủ cũ hoặc bùn nếu có.
- Thêm một lớp đất trồng trọt mịn từ 5 - 10 cm trên cùng.
- Tro và nước tiểu sau đó có thể được rắc nhẹ lên các lớp này để đẩy nhanh quá trình phân hủy.
- Sau mỗi lớp nguyên liệu cần tưới nước vừa đủ để đạt được độ ẩm 60%.
- Lặp lại tất cả các lớp này trừ lớp vật liệu thô đầu tiên, cho đến khi đồng đạt chiều cao từ 1 đến 1,5m.

Mỗi lớp nguyên liệu nên bắt đầu từ mép của đồng để đồng không bị sụp đổ. Để đảm bảo đồng phân ủ không bị sạt ngang nên dùng ván gỗ ép xung quanh đồng. Có thể tăng cường sự thông thoáng của đồng ủ bằng cách dùng các thanh tre có đục lỗ và đặt theo cả chiều dọc và chiều ngang trong đồng ủ.

Đồng ủ nên được che phủ để tránh bốc hơi và mưa lớn vì điều này sẽ cuốn trôi tất cả các chất dinh dưỡng. Dùng bao bố, cỏ tranh hoặc lá chuối là phù hợp để làm lớp che phủ bên ngoài.

Vi sinh vật sẽ tham gia vào quá trình ủ phân. Để tồn tại, chúng cần nước, không khí và chất hữu cơ là thức ăn của chúng. Các sinh vật ăn các chất hữu cơ và tạo ra carbon dioxide, nước và nhiệt.

Có ba giai đoạn quan trọng trong quá trình phân hủy đồng phân ủ: giai đoạn nóng, giai đoạn hạ nhiệt và giai đoạn hoàn thiện.

- Trong 'giai đoạn nóng', nhiệt độ cao nhất đạt được ở trung tâm của đồng và có thể lên 60 – 70 oC trong vòng vài ngày sau khi bắt đầu ủ và thường duy trì ở mức đó trong 2 - 3 tuần. Đây là giai đoạn quan trọng nhất của quá trình ủ phân. Hầu hết sự phân hủy xảy ra trong giai đoạn này. Nhiệt độ cao trong giai đoạn này sẽ có tác dụng tiêu diệt nguồn bệnh, nếu có, trong các vật liệu hữu cơ và đôi khi tiêu diệt cả hạt cỏ dại. pH của đồng ủ được gia tăng trong giai đoạn này.
- Tiếp theo, đồng ủ trải qua 'giai đoạn làm nguội', nhiệt độ giảm xuống 25 – 40oC và nấm tham gia chính trong giai đoạn này. Chúng phá vỡ các vật liệu dạng sợi cứng như thân cây trồng.
- Trong giai đoạn cuối cùng, 'giai đoạn hoàn thiện' nhiệt độ đồng ủ gần bằng nhiệt độ môi trường các chất dinh dưỡng được khoáng hóa và acid humic được tích tụ. Đồng bây giờ trở thành nơi sinh sống của các sinh vật lớn hơn, chẳng hạn như giun đất, bọ cánh cứng.
- Đồng sẽ có màu nâu sẫm và hiện đã sẵn sàng để sử dụng. Các sinh vật như giun đất, bọ cánh cứng cũng có vai trò quan trọng trong việc phân hủy và trộn vật liệu trong giai đoạn này. Trong khí hậu nóng, các sinh vật hoạt động tích cực hơn và các chất hữu cơ bị phân hủy nhanh hơn so với khí hậu lạnh. Các loại chất hữu cơ được sử dụng và độ chua của đất cũng sẽ ảnh hưởng đến tốc độ phân hủy.

50.9. Quản lý đồng phân ủ

Để đảm bảo sản xuất phân hữu cơ thành công, điều quan trọng là đồng phân ủ đó phải được quản lý tốt sau khi được xây dựng. Nó đòi hỏi nước, đảo trộn, nhiệt và giai đoạn hoàn thiện.

Trong vòng ba tuần kể từ khi xây dựng đồng, kích thước của nó sẽ giảm đi đáng kể.

Việc đảo đồng sẽ cung cấp oxy và sẽ đảm bảo rằng vật liệu bên ngoài cũng bị phân hủy. Khi đảo trộn, vật liệu ở bên ngoài được đưa vào ở giữa đồng. Nếu đồng khô thì thêm nước, nếu ướt thì thêm chất khô. Lần đảo đầu tiên nên được thực hiện sau 2 hoặc 3 tuần và lần tiếp theo sau 3 tuần nữa. Nhiệt độ và độ ẩm của đồng nên được kiểm tra vài ngày sau mỗi lần đảo trộn. Có thể cần đảo lần thứ ba trước khi tất cả vật liệu, trừ cành cây và thân dày, đã bị phân hủy. Có thể làm phân ủ mà không cần đảo trộn, nhưng vật liệu còn sót lại ở rìa đồng có thể không được ủ đúng cách. Hạt cỏ dại và bất kỳ vật liệu thực vật bị bệnh nào có trong đồng ủ có thể không bị giết hoàn toàn. Những vật liệu này nên được tách ra khỏi đồng ủ thành phẩm và được sử dụng trong đồng ủ tiếp theo. Nếu đồng ủ được thông gió tốt có thể không cần đảo trộn nhưng vẫn được khuyến khích làm để thành phẩm đồng đều và tốt hơn.

Có thể sử dụng phân hữu cơ ngay khi phần lớn nguyên liệu ban đầu không còn nhận ra được và đã chuyển sang màu nâu đen, có mùi dễ chịu. Ngay cả ở giai đoạn này, đồng ủ vẫn cần được che phủ để tránh mưa nắng. Phân hữu cơ cần được giữ ẩm nhưng không ướt trong khi chờ sử dụng. Nếu phân ủ được lưu trữ quá lâu trước khi sử dụng, nó sẽ mất đi một số chất dinh dưỡng và cũng có thể trở thành nơi sinh sản của côn trùng không mong muốn.

51. Sử dụng phân hữu cơ

Công dụng chính của phân hữu cơ là tăng và duy trì năng suất cây trồng bằng cách cải thiện khả năng giữ nước và chất dinh dưỡng của đất và giữ cho đất khỏe mạnh. Nó cũng có thể được sử dụng để ngăn ngừa xói mòn đất bằng cách vùi nó vào đất. Một cách hiệu quả để sử dụng nguồn phân hữu cơ hạn chế là đổ trực tiếp một

lượng nhỏ phân hữu cơ vào hố trồng cây. Ở những vùng khô hạn, những lỗ này có thể được mở rộng thành hố hoặc rãnh có thể được sử dụng để giữ nước. Phân hữu cơ có thể được sử dụng để phủ giữa các loại cây trồng hoặc xung quanh gốc cây.

Có thể sử dụng phân hữu cơ chưa phân hủy hoàn toàn cho việc này cho cây trồng; nó sẽ tiếp tục hoàn thiện quá trình phân hủy trên mặt đất và các động vật trong đất sẽ hút nó vào đất, nơi nó sẽ phân hủy thêm.