

**ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM**

DƯƠNG CÔNG BẰNG

**NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG PHÂN KALI VÀ LƯU HUỖNH
CHO CÂY CÀ PHÊ CHÈ (*COFFEA ARABICA*) GIAI ĐOẠN
KINH DOANH TRÊN ĐẤT NÂU ĐỎ BAZAN TẠI TỈNH
LÂM ĐỒNG**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC CÂY TRỒNG

HUẾ, NĂM 2021

MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề

Theo Cục Thống kê tỉnh Lâm Đồng (2017), tỉnh Lâm Đồng có 173.872 ha diện tích gieo trồng cà phê, trong đó có 162.726 ha cà phê đang cho thu hoạch, với sản lượng cà phê nhân đạt 474.120 tấn/năm, đứng thứ 2 ở Việt Nam về diện tích gieo trồng và sản lượng cà phê nhân. Trong cơ cấu cây trồng nông nghiệp của tỉnh Lâm Đồng, cà phê được xác định là cây trồng chủ lực và chiếm tỷ trọng cao (60% tổng giá trị sản xuất nông nghiệp), từ đó góp phần đáng kể trong nguồn thu ngân sách và sự phát triển kinh tế, xã hội tại tỉnh Lâm Đồng. Theo quyết định số 2261/QĐ-UBND ngày 21 tháng 10 năm 2015 của Ủy Ban Nhân dân tỉnh Lâm Đồng về việc phê duyệt quy hoạch phát triển cà phê giai đoạn 2016 đến 2020, với mục tiêu cụ thể là ổn định diện tích gieo trồng cà phê đạt khoảng 150.000 ha, có từ 15 đến 20% diện tích gieo trồng cà phê chè, năng suất cà phê nhân đạt từ 3,1 đến 3,2 tấn/ha/năm, sản lượng cà phê nhân đạt từ 460.000 đến 480.000 tấn/năm. Thực tế cho thấy, việc tăng sản lượng cà phê bằng con đường mở rộng diện tích canh tác là không khả thi, không còn là tiềm năng khai thác. Bởi vậy, giải pháp quan trọng cần thực hiện là nâng cao năng suất cà phê thông qua các biện pháp kỹ thuật. Cà phê là loài cây trồng có nhu cầu dinh dưỡng cao, nếu bón phân không cân đối và hợp lý, cây cà phê sẽ bị suy kiệt, năng suất giảm mạnh ở vụ kế tiếp. Do đó, phân bón được xem là một trong những giải pháp then chốt để tăng năng suất và chất lượng cà phê. Trong các yếu tố dinh dưỡng, đạm và lân là 2 yếu tố cây cà phê cần với số lượng lớn và được tập trung nghiên cứu nhiều trên thế giới và tại Việt Nam, các yếu tố dinh dưỡng khác như kali và lưu huỳnh vẫn chưa được quan tâm đúng mức.

Kali hoạt hóa enzym xúc tiến quá trình quang hợp và tổng hợp hydratcacbon. Kali có thể hoạt hóa được 60 loại enzym trong cây cà phê. Trong hoạt động hoạt hóa, kali vừa đóng vai trò như một coenzim, vừa đóng vai trò như một chất xúc tác; kali làm tăng khả năng thẩm thấu nước qua màng tế bào, điều chỉnh pH và lượng nước ở khí khổng của cây. Kali có ảnh hưởng tích cực đến việc trao đổi đạm và tổng hợp protein. Nhờ trạng thái hydrat hóa, kali có thể lên lõi vào giữa các bào quan để trung hòa các axit ngay trong quá trình được tạo thành khiến cho các axit này không bị ứ lại do vậy kali có tác dụng kích thích quá trình hô hấp. Kali tham gia cấu thành năng suất cà phê từ 27,4 đến 44,7%. Thiếu kali thường thể hiện ở các lá cà phê già, trên cành mang nhiều quả. Các vệt màu nâu thường xuất hiện ở rìa lá, rồi lan dần vào giữa phiến lá, cuối cùng thì lá bị cháy khô. Giai đoạn kinh doanh, cây cà phê mang quả nhiều nếu thiếu kali thì tỷ lệ quả rụng tăng, vỏ quả có màu xám nâu, khi chín quả có màu vàng và đỏ nâu, quả khô dần, nhân nhỏ hơn bình thường. Bón đầy đủ và kịp thời kali sẽ ảnh hưởng tích cực đến quá trình sinh trưởng; làm tăng khả năng chống chịu sâu, bệnh hại của cây cà phê; tăng độ lớn của nhân và cải thiện chất lượng nước uống cà phê. Trong cây cà phê, lưu huỳnh đóng vai trò chất cấu tạo vì là thành phần của các axit amin và protein, lưu huỳnh rất cần thiết trong quá trình tạo thành diệp lục. Trong các quá trình trao đổi chất của cây, lưu huỳnh ảnh hưởng lớn đến quá trình quang hợp và quá trình hô hấp; lưu huỳnh tham gia cấu tạo các hợp chất thơm trong hạt cà phê (tritecpen, ergosterol, lanosteron). Thiếu lưu huỳnh thường thể hiện ở các lá non trên ngọn của cây cà phê, lá non có màu vàng hoặc trắng, lá nhỏ so với bình thường. Bón đầy đủ và kịp thời lưu huỳnh giúp cây cà phê sinh trưởng và phát triển mạnh, cho năng suất cao và chất lượng tốt hơn.

Đất nâu đỏ phát triển trên đá bazan (đất nâu đỏ bazan) là loại đất khá phù hợp để trồng cà phê do đất tối xốp, có độ dày trên 1 m; hàm lượng các nguyên tố đa lượng và trung lượng thường không cao, đặc biệt là lân dễ tiêu, kali dễ tiêu và lưu huỳnh, canxi, magiê ở mức thấp nhưng có hàm lượng các nguyên tố vi lượng (Bo, Fe, Zn, Cu) phong phú rất cần cho cây tạo ra hương, vị cà phê thơm ngon. Tại tỉnh Lâm Đồng, hiện có khoảng 229.216 ha đất phát triển trên đá bazan, chiếm 23,5% diện tích tự nhiên và được phân bố ở những vùng có khí hậu thích hợp với nhiều loại cây trồng như cà phê, chè, rau, hoa. Tuy nhiên, do điều kiện khí hậu nhiệt đới cao nguyên với lượng mưa lớn và tập trung theo mùa kết hợp với địa hình dốc và chia cắt đã góp phần thúc đẩy một số quá trình thổ nhưỡng theo hướng bất lợi như xói mòn, rửa trôi và khoáng hóa các chất dinh dưỡng trong đất đặc biệt đối với hai nguyên tố kali và lưu huỳnh. Đồng thời, trải qua nhiều chu kỳ độc canh các loại cây công nghiệp dài ngày với mức độ thâm canh cao, nguồn dinh dưỡng trong đất đã bị cạn kiệt, độ phì tự nhiên và sức sản xuất của đất phát triển trên đá bazan tại tỉnh Lâm Đồng suy giảm nghiêm trọng, cần được cải thiện bằng giải pháp bón phân. Ở Việt Nam, đã có nhiều công trình nghiên cứu về ảnh hưởng riêng lẻ của phân kali hoặc lưu huỳnh trên cây cà phê, tập trung nhiều trên cây cà phê vối. Việc nghiên cứu ảnh hưởng của phân kali và lưu huỳnh đối với cây cà phê chè thì còn rất hạn chế. Xuất phát từ những lý do trên, đề tài “*Nghiên cứu sử dụng phân kali và lưu huỳnh cho cây cà phê chè (Coffea arabica) giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng*” được thực hiện.

2. Mục tiêu của đề tài

2.1. Mục tiêu chung

Đề xuất được biện pháp sử dụng phân kali và lưu huỳnh hợp lý nhằm nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả kinh tế trong canh tác cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng.

2.2. Mục tiêu cụ thể

Đề xuất được liều lượng phân kali và lưu huỳnh hợp lý cho cây cà phê chè nhằm đạt năng suất, chất lượng, hiệu quả kinh tế cao, cải thiện được độ phì nhiêu trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng.

Đề xuất được dạng phân kali và lưu huỳnh hợp lý cho cây cà phê chè nhằm đạt năng suất, chất lượng, hiệu quả kinh tế cao, cải thiện được độ phì nhiêu trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng.

Đề xuất được thời điểm bón và tỷ lệ bón phân kali và lưu huỳnh hợp lý cho cây cà phê chè nhằm đạt năng suất, chất lượng, hiệu quả kinh tế cao, cải thiện được độ phì nhiêu trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng.

3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

3.1. Ý nghĩa khoa học

Kết quả của đề tài luận án cung cấp luận cứ khoa học phục vụ phát triển cây cà phê chè tại Lâm Đồng và những vùng trồng cà phê chè tại Việt Nam có điều kiện sinh thái tương tự.

Kết quả của đề tài luận án là tài liệu tham khảo cho các công trình nghiên cứu tương tự tại Lâm Đồng.

3.2. Ý nghĩa thực tiễn

Kết quả của đề tài luận án là cơ sở để hoàn thiện quy trình kỹ thuật canh tác cây cà phê chè trên đất nâu đỏ bazan tại Lâm Đồng.

Khuyến cáo người dân sử dụng phân kali và lưu huỳnh hợp lý cho cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng để đạt năng suất, chất lượng, hiệu quả kinh tế cao, cải thiện độ phì nhiêu đất.

4. Những đóng góp mới của đề tài

- Liều lượng phân kali và lưu huỳnh hợp lý cho cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trồng trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng là 330 kg K₂O và 60 kg S trên nền phân bón hàng năm cho 1 ha là 280 kg N + 120 kg P₂O₅ + 500 kg vôi bột + 10 tấn phân gà.

- Dạng phân kali và lưu huỳnh phù hợp cho cây cà phê chè là phân KCl và phân K₂SO₄ theo tỷ lệ tương ứng với liều lượng bón đã được nghiên cứu là 1 KCl : 1,26 K₂SO₄.

- Thời điểm và tỷ lệ bón phân kali và lưu huỳnh phù hợp cho cây cà phê chè là phân kali bón 4 đợt (mỗi đợt bón 25% K₂O, bón vào các tháng 3, 5, 7 và 9); phân lưu huỳnh bón 2 đợt (mỗi đợt bón 50% S vào tháng 3 và 9).

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN TÀI LIỆU

1.1. CƠ SỞ LÝ LUẬN CỦA VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1.1. Một số đặc điểm sinh thái quan trọng của cây cà phê chè

1.1.2. Yêu cầu đất đai của cây cà phê

1.1.3. Kali và lưu huỳnh trong đất trồng cà phê

1.1.4. Vai trò sinh lý và nhu cầu kali, lưu huỳnh của cây cà phê trong quá trình sinh trưởng, phát triển

1.1.4.1. Vai trò sinh lý và nhu cầu kali của cây cà phê

1.1.4.2. Vai trò sinh lý và nhu cầu lưu huỳnh của cây cà phê

1.1.5. Hàm lượng kali và lưu huỳnh tích lũy trong cây cà phê

1.1.6. Sự hấp thu, vận chuyển kali và lưu huỳnh trong cây

1.1.6.1. Hấp thu và vận chuyển kali

1.1.6.2. Hấp thu và vận chuyển lưu huỳnh

1.1.7. Mối quan hệ giữa kali và lưu huỳnh trong cây

1.2. CƠ SỞ THỰC TIỄN CỦA VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.2.1. Tình hình sản xuất, tiêu thụ cà phê trên thế giới và tại Việt Nam

1.2.1.1. Trên thế giới**1.2.1.2. Tại Việt Nam****1.2.2. Tình hình sử dụng phân bón trong sản xuất cà phê tại Việt Nam****1.3. CÁC CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN****1.3.1. Kết quả nghiên cứu về kali đối với cây cà phê****1.3.1.1. Trên thế giới****1.3.1.2. Tại Việt Nam****1.3.2. Kết quả nghiên cứu về lưu huỳnh đối với cây cà phê****1.3.2.1. Trên thế giới****1.3.2.2. Tại Việt Nam****CHƯƠNG 2****ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU****2.1. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU****2.1.1. Đối tượng nghiên cứu**

- *Giống cà phê*: Giống cà phê chè Catimor được trồng phổ biến tại tỉnh Lâm Đồng, 14 năm tuổi, mật độ trồng 5.000 cây/ha, năng suất nhân trung bình từ 2,5 đến 3,0 tấn/ha/năm. Vườn cây đồng đều, hãm ngọn ở độ cao 1,5 đến 1,6 m.

- *Phân bón*: Urê (46% N), lân nung chảy (16% P₂O₅, 17% MgO, 28% CaO, 24% SiO₂), KCl (60% K₂O), K₂SO₄ (50% K₂O, 18% S), (NH₄)₂SO₄ (20% N, 24% S), NPK 16:16:8+13S (16% N, 16% P₂O₅, 8% K₂O, 13% S), supe lân đơn (16% P₂O, 12% S, 23% CaO), phân gà (1,72% N; 1,65% P₂O₅; 1,21% K₂O; 2,60% CaO; 0,72% MgO), vôi bột (90% CaO).

- *Đất*: Các thí nghiệm nghiên cứu được bố trí trên đất nâu đỏ phát triển từ đá bazan (đất nâu đỏ bazan) chuyên trồng cà phê chè tại tỉnh Lâm Đồng. Tính chất hóa học của đất trước thí nghiệm: pH_{KCl} = 3,64; OC (%) = 1,84; N tổng số (%) = 0,08; P₂O₅ tổng số (%) = 0,16; K₂O tổng số (%) = 1,04; P₂O₅ dễ tiêu (mg/100 g đất) = 6,62; K₂O dễ tiêu (mg/100 g đất) = 12,6; S tổng số (%) = 0,048; S dễ tiêu (ppm) = 29 (*Đơn vị phân tích: Khoa Nông Học, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế*).

2.1.2. Phạm vi nghiên cứu

- Các thí nghiệm được thực hiện tại xã Xuân Trường, thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng từ năm 2018-2020 (3 năm).

2.2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**2.2.1. Công thức và phương pháp bố trí thí nghiệm**

2.2.1.1. Thí nghiệm 1 (Nội dung 1): Nghiên cứu ảnh hưởng của liều lượng phân kali và lưu huỳnh đến cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng.

- Các công thức thí nghiệm:

Nền (CT1): 240 kg N + 120 kg P₂O₅ + 500 kg vôi bột + 10 tấn phân gà/ha. Nền (CT2 - CT10): 280 kg N + 120 kg P₂O₅ + 500 kg vôi bột + 10 tấn phân gà/ha. Đối chứng 1: Bón kali và lưu huỳnh theo biện pháp canh tác của nông dân (1.500 kg NPK:16:8:16+6S); Đối chứng 2: Bón kali và lưu huỳnh cho cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh theo khuyến cáo của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2002).

Bảng 2.1. Liều lượng phân kali và lưu huỳnh ở các công thức thí nghiệm

CT	Liều lượng bón kali và lưu huỳnh nguyên chất (kg/ha)
1	240 kg K ₂ O + 90 kg S + Nền (Đối chứng 1)
2	270 kg K ₂ O + 40 kg S + Nền
3	270 kg K ₂ O + 60 kg S + Nền
4	270 kg K ₂ O + 80 kg S + Nền
5	300 kg K ₂ O + 40 kg S + Nền
6	300 kg K ₂ O + 60 kg S + Nền (Đối chứng 2)
7	300 kg K ₂ O + 80 kg S + Nền
8	330 kg K ₂ O + 40 kg S + Nền
9	330 kg K ₂ O + 60 kg S + Nền
10	330 kg K ₂ O + 80 kg S + Nền

- Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối đầy đủ ngẫu nhiên, 1 nhân tố, với 3 lần nhắc lại. Quy mô thí nghiệm: Số ô thí nghiệm là 30 ô (10 công thức × 3 lần nhắc lại); mỗi ô cơ sở có 20 cây, diện tích ô cơ sở là 40 m²; tổng diện tích thí nghiệm là 1.200 m².

2.2.1.2. Thí nghiệm 2 (Nội dung 2): Nghiên cứu ảnh hưởng của dạng phân kali và lưu huỳnh đến cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng.

- Các công thức thí nghiệm:

Bảng 2.4. Dạng kali và lưu huỳnh ở các công thức thí nghiệm

CT	Dạng phân bón kali và lưu huỳnh theo lượng phân nguyên chất (kg/ha/năm)
1 (ĐC)	300 kg K ₂ O (KCl) + 60 kg S ((NH ₄) ₂ SO ₄) + Nền
2	300 kg K ₂ O (KCl) + 60 kg S (Supe lân) + Nền
3	60 kg S + 167 kg K ₂ O (K ₂ SO ₄) + 133 kg K ₂ O còn thiếu bổ sung từ phân KCl + Nền
4	60 kg S + 37 kg K ₂ O (NPK:16:16:8+13S) + 263 kg K ₂ O còn thiếu bổ sung từ phân KCl + Nền

Nền (CT1-3): 280 kg N + 120 kg P₂O₅ + 500 kg vôi bột + 10 tấn phân gà/ha/năm; Nền (CT4): 206 kg N + 46 kg P₂O₅ + 500 kg vôi bột + 10 tấn phân gà/ha/năm.

- Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối đầy đủ ngẫu nhiên, với 3 lần nhắc lại. Quy mô thí nghiệm: Số ô thí nghiệm là 12 ô (4 công thức x 3 lần nhắc lại); mỗi ô cơ sở có 20 cây, diện tích mỗi ô cơ sở là 40 m²; tổng diện tích thí nghiệm là 480 m².

2.3.1.3. Thí nghiệm 3 (Nội dung 3): Nghiên cứu ảnh hưởng của thời điểm bón và tỷ lệ bón phân kali và lưu huỳnh đến cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng.

- Các công thức thí nghiệm:

Bảng 2.7. Thời điểm bón, tỷ lệ bón kali và lưu huỳnh ở các công thức thí nghiệm

Tháng	Tỷ lệ bón kali và lưu huỳnh (%)									
	CT1 (ĐC)		CT2		CT3		CT4		CT5	
	K ₂ O	S	K ₂ O	S	K ₂ O	S	K ₂ O	S	K ₂ O	S
3	25	50	25	50	25	50	25		25	
5	25	50	25		25		25	50	25	
7	25		25	50	25		25	50	25	50
9	25		25		25	50	25		25	50

- Thí nghiệm được bố trí theo kiểu khối đầy đủ ngẫu nhiên với 3 lần nhắc lại. Quy mô thí nghiệm: Số ô thí nghiệm là 15 ô (5 công thức x 3 lần nhắc lại); mỗi ô cơ sở có 20 cây, diện tích mỗi ô cơ sở là 40 m²; tổng diện tích thí nghiệm là 600 m².

2.2.2. Các biện pháp kỹ thuật canh tác áp dụng

Theo tiêu chuẩn ngành 10 TCN 527 - 2002 Quy trình kỹ thuật trồng, chăm sóc và thu hoạch cà phê chè (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2002) [46].

2.2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu thu thập được tính toán, xử lý thống kê sinh học với các chỉ tiêu trung bình, phân tích ANOVA 1 nhân tố, LSD_{0,05} và phân tích tương quan bằng phần mềm Statistix 9.0 và Excel 2007. Mức độ tương quan tuyến tính giữa liều lượng bón kali và lưu huỳnh với năng suất cà phê chè được xác định theo giá trị hệ số tương quan r, cụ thể như sau: $r \geq 0,8$ tương quan chặt; $0,6 \leq r < 0,8$ tương quan tương đối chặt; $0,4 \leq r < 0,6$ tương quan trung bình; $r < 0,4$ tương quan không chặt.

CHƯƠNG 3

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA LIỀU LƯỢNG KALI VÀ LƯU HUỖNH ĐẾN CÂY CÀ PHÊ CHÈ GIAI ĐOẠN KINH DOANH TRÊN ĐẤT NÊU ĐỎ BAZAN TẠI TỈNH LÂM ĐỒNG

3.1.3. Ảnh hưởng của liều lượng kali và lưu huỳnh đến một số yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của cây cà phê chè

Năng suất là kết quả của quá trình sản xuất, là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá một cách toàn diện, chính xác về quá trình sinh trưởng, phát triển của cây cà phê trong một mùa vụ. Năng suất của cây cà phê chè được quyết định bởi yếu tố di truyền, đồng thời chịu sự chi phối và tác động của điều kiện ngoại cảnh. Vì vậy năng suất cà phê không chỉ thể hiện đặc tính di truyền mà còn phản ánh khả năng thích ứng với môi trường canh tác.

Năm 2018 (vụ 1): Năng suất lý thuyết giữa các công thức thí nghiệm dao động khá lớn, từ 10,66 đến 20,00 tấn quả chín tươi/ha/năm. Công thức 10 có năng suất lý thuyết cao nhất (20,00 tấn quả chín tươi/ha/năm) nhưng khác biệt không có ý nghĩa với công thức 8 và 9. Công thức 2 có năng suất lý thuyết thấp nhất (10,66 tấn quả chín tươi/ha/năm) và khác biệt có ý nghĩa so với tất cả các công thức trong thí nghiệm. Tương tự như năng suất lý thuyết, công thức 2 có năng suất lý thuyết lý thuyết thấp nhất thì năng suất thực thu cũng thấp nhất (9,06 tấn quả chín tươi/ha/năm) nhưng khác biệt không có ý nghĩa so với các công thức 1, 3 và 4. Công thức 9 có năng suất lý thuyết cao nhất thì năng suất thực thu cũng cao nhất (14,68 tấn quả chín tươi/ha/năm) nhưng khác biệt không có ý nghĩa với công thức 8 và 10. Các công thức 8 đến 10 có năng suất thực thu tăng cao hơn so với công thức 6 (ĐC2) từ 14,84% đến 16,5%. Xét riêng ảnh hưởng của kali hoặc lưu huỳnh đến năng suất thực thu của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh, số liệu ở Bảng 3.4 (năm 2018) cho thấy: Bón K_2O ở mức 300 kg/ha/năm cho năng suất thực thu dao động từ 12,25 đến 12,60 tấn quả chín tươi/ha/năm, thấp hơn so với ở mức 330 kg/ha/năm (14,47 đến 14,68 tấn quả chín tươi/ha/năm) nhưng cao hơn so với mức bón 270 kg/ha/năm (9,06 đến 10,72 tấn quả chín tươi/ha/năm). Ở các mức bón lưu huỳnh khác nhau 40 hoặc 60 hoặc 80 kg/ha/năm trên cùng một lượng K_2O là 270 hoặc 300 hoặc 330 kg/ha/năm thì năng suất thực thu của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh khác biệt nhau không có ý nghĩa thống kê.

Trong năm 2019 (vụ 2): Năng suất lý thuyết giữa các công thức thí nghiệm dao động từ 15,83 đến 20,33 tấn quả chín tươi/ha/năm. Công thức 2 duy trì năng suất lý thuyết thấp hơn so với các công thức khác trong thí nghiệm (15,83 tấn quả chín tươi/ha/năm) nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với các công thức 3 và 4. Công thức 9 có năng suất lý thuyết cao nhất (20,33 tấn quả chín tươi/ha/năm) nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê với các công thức 1, 6, 8 và 10. Năng suất thực thu giữa các công thức dao động khá lớn từ 9,5 đến 17,69 tấn quả chín tươi/ha/năm. Công thức 2 có năng suất lý thuyết thấp nhất thì năng suất thực thu thấp nhất (9,5 tấn quả chín tươi/ha/năm) nhưng khác biệt không có ý nghĩa so với công thức 4. Công thức 9 có năng suất thực thu cao nhất (17,69 tấn quả chín tươi/ha/năm) và không khác biệt có ý nghĩa so với công thức 8. Công thức 5 và các công thức 8 đến 10 đều có năng suất thực thu tăng cao hơn so với công thức 6 (ĐC2) từ 3,7% đến 21,3%. Xét riêng ảnh hưởng của kali hoặc lưu huỳnh đến năng suất thực thu của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh, số liệu ở Bảng 3.4 (năm 2019) cho thấy: Bón kali ở mức 300 kg K_2O /ha/năm cho năng suất thực thu dao động từ 12,26 đến 14,47 tấn quả chín tươi/ha/năm, thấp hơn so với ở mức 330 kg K_2O /ha/năm (15,14 đến 17,69 tấn quả chín tươi/ha/năm) nhưng cao hơn so với mức bón 270 kg K_2O /ha/năm (9,5 đến 10,72 tấn quả chín tươi/ha/năm).

Bảng 3.4. Ảnh hưởng của liều lượng kali và lưu huỳnh đến năng suất lý thuyết và năng suất thực thu của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh

Công thức	Vụ 1 (2018)			Vụ 2 (2019)			NSTT (tấn nhân/ha) (trung bình 2 vụ)
	NSLT (tấn quả chín tươi/ha)	NSTT (tấn quả chín tươi/ha)	Tăng so với ĐC2 (%)	NSLT (tấn quả chín tươi/ha)	NSTT (tấn quả chín tươi/ha)	Tăng so với ĐC2 (%)	
1 (ĐC1)	17,50 ^b	10,87 ^{cd}	-	18,67 ^{abc}	12,42 ^{cd}	-	2,04
2	10,66 ^d	9,06 ^d	-	15,83 ^d	9,50 ^f	-	1,54
3	12,83 ^c	10,07 ^d	-	16,17 ^d	10,08 ^e	-	1,74
4	13,66 ^c	10,72 ^{cd}	-	17,00 ^{cd}	10,72 ^{def}	-	1,88
5	17,50 ^b	12,46 ^c	-	18,33 ^{bc}	14,47 ^{bc}	3,7	2,40
6 (ĐC2)	17,66 ^b	12,60 ^{bc}	-	19,17 ^{ab}	13,93 ^{bc}		2,33
7	17,66 ^b	12,25 ^c	-	19,67 ^{ab}	12,26 ^{cde}	-	2,30
8	19,50 ^a	14,48 ^{ab}	14,92	19,17 ^{ab}	15,48 ^{ab}	10,0	2,88
9	19,66 ^a	14,68 ^a	16,50	20,33 ^a	17,69 ^a	21,3	3,11
10	20,00 ^a	14,47 ^{ab}	14,84	19,17 ^{ab}	15,14 ^b	7,9	2,84
LSD _{0,05}	0,40	0,92	-	1,85	2,26	-	-

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau khác biệt không có ý nghĩa ở mức $\alpha \leq 0,05$.

3.1.4. Ảnh hưởng của liều lượng phân kali và lưu huỳnh đến hình dạng và kích thước nhân, chất lượng nước uống của cây cà phê chè

Bảng 3.6. Ảnh hưởng của liều lượng kali và lưu huỳnh đến tỷ lệ quả chín tươi/nhân, thể tích 100 quả và khối lượng 100 nhân của cây cà phê chè

Công thức	Vụ 1 (2018)			Vụ 2 (2019)		
	Tỷ lệ quả chín tươi/nhân	Thể tích 100 quả chín tươi (cm ³)	Khối lượng 100 nhân (g)	Tỷ lệ quả chín tươi/nhân	Thể tích 100 quả chín tươi (cm ³)	Khối lượng 100 nhân (g)
1 (ĐC1)	5,93 ^{abc}	98,00 ^b	14,97 ^c	5,47 ^{ab}	104,33 ^{abc}	15,93 ^{cde}
2	6,33 ^a	86,67 ^c	13,60 ^d	5,67 ^a	98,67 ^{bc}	14,90 ^e

Công thức	Vụ 1 (2018)			Vụ 2 (2019)		
	Tỷ lệ quả chín tươi/nhân	Thể tích 100 quả chín tươi (cm ³)	Khối lượng 100 nhân (g)	Tỷ lệ quả chín tươi/nhân	Thể tích 100 quả chín tươi (cm ³)	Khối lượng 100 nhân (g)
3	5,97 ^{abc}	80,33 ^c	13,80 ^d	5,67 ^a	95,33 ^c	14,97 ^{de}
4	6,20 ^{ab}	86,33 ^c	14,77 ^c	5,20 ^{abc}	104,33 ^{abc}	15,5 ^{de}
5	5,80 ^{abc}	101,67 ^{ab}	15,03 ^c	5,53 ^{ab}	104,67 ^{abc}	16,1 ^{bcd}
6 (ĐC2)	5,67 ^{bc}	100,00 ^{ab}	15,33 ^{bc}	5,40 ^{abc}	103,67 ^{abc}	15,4 ^{de}
7	5,73 ^{abc}	99,67 ^b	15,30 ^{bc}	5,50 ^{ab}	102,00 ^{abc}	15,7 ^{cde}
8	5,47 ^c	104,67 ^{ab}	16,03 ^{ab}	5,07 ^{bc}	105,33 ^{ab}	16,7 ^{abc}
9	5,57 ^c	107,00 ^a	16,07 ^{ab}	5,07 ^{bc}	108,67 ^a	16,8 ^{ab}
10	5,60 ^{bc}	99,67 ^b	16,47 ^a	4,93 ^c	107,33 ^{ab}	17,1 ^a
<i>LSD</i> _{0,05}	0,28	7,10	0,39	0,49	9,80	0,90

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau khác biệt không có ý nghĩa ở mức $\alpha \leq 0,05$.

Năm 2018 (vụ 1): Tỷ lệ quả chín tươi trên nhân giữa các công thức dao động từ 5,47 đến 6,33; công thức 2 có tỷ lệ quả chín tươi trên nhân cao nhất và sai khác có ý nghĩa so với công thức 6; các công thức khác trong thí nghiệm có tỷ lệ quả chín tươi trên nhân khác biệt không có ý nghĩa so với công thức 6. Khối lượng 100 nhân cà phê ở các công thức dao động từ 13,6 đến 16,47 gam. Công thức 10 có khối lượng 100 nhân cà phê cao hơn và sai khác có ý nghĩa thống kê so với công thức 6. Khối lượng 100 nhân cà phê ở các công thức 2 và 3 thấp hơn và sai khác có ý nghĩa so với công thức 6. Năm 2019 (vụ 2): Tỷ lệ quả chín tươi trên nhân dao động từ 4,93 đến 5,67; công thức 2 và 3 có tỷ lệ quả chín tươi trên nhân cao nhất (5,67) và khác biệt có ý nghĩa với các công thức 8 đến 10. Công thức 6 có tỷ lệ quả chín tươi trên nhân là 5,4 nhưng khác biệt không có ý nghĩa với các công thức khác trong thí nghiệm. Khối lượng 100 nhân cà phê dao động từ 14,9 đến 17,1 gam. Công thức 10 có khối lượng 100 nhân cà phê cao nhất nhưng khác biệt không có ý nghĩa với các công thức 8 và 9. Công thức 6 có khối lượng 100 nhân là 15,4 gam và khác biệt có ý nghĩa với các công thức 8 đến 10.

Bảng 3.7. Ảnh hưởng của liều lượng kali và lưu huỳnh đến chất lượng nước uống cà phê chè

Công thức	Caffein (%)	Mùi	Hương vị	Hậu vị	Vị chua	Vị ngọt	Thể chất	Độ hài hòa	Độ sạch	Độ đồng nhất	Tổng thể	Tổng điểm	Phân loại
1 (ĐC1)	1,27	7,9	7,7	7,9	5,6	6,5	7,4	7,9	10,0	10,0	8,3	79,2	Rất Tốt
2	1,31	8,1	8,0	7,7	5,4	6,1	7,9	7,9	10,0	10,0	7,7	78,8	Rất Tốt
3	1,35	8,1	7,9	8,2	5,8	6,5	7,4	8,0	10,0	10,0	8,0	79,9	Rất tốt
4	1,29	7,6	7,7	7,9	6,3	5,9	7,9	7,9	10,0	10,0	7,6	78,8	Rất Tốt
5	1,32	7,8	8,0	6,5	5,4	5,7	7,8	7,9	10,0	10,0	7,8	76,9	Rất Tốt
6 (ĐC2)	1,32	7,7	7,9	8,1	5,7	5,8	7,3	7,9	10,0	10,0	8,1	78,5	Rất Tốt
7	1,30	7,7	7,6	7,7	5,7	5,7	7,3	7,5	10,0	10,0	7,9	77,1	Rất Tốt
8	1,26	8,1	7,7	7,8	5,7	6,5	8,0	8,0	10,0	10,0	8,2	80,0	Rất Tốt
9	1,28	8,2	8,0	8,2	6,0	5,8	7,5	8,3	10,0	10,0	8,3	80,3	Xuất sắc
10	1,29	8,1	8,2	8,2	5,8	6,5	7,8	8,0	10,0	10,0	8,1	80,7	Xuất sắc

Từ kết quả phân tích hàm lượng caffein và đánh giá chất lượng nước uống cà phê chè ở Bảng 3.7, chúng tôi nhận thấy: Hàm lượng caffein của các công thức thí nghiệm dao động từ 1,26 (công thức 8) đến 1,35% (công thức 3). Công thức 2, 4, 6 và các công thức 8 đến 10 có hàm lượng caffein dao động từ 1,26 đến 1,31%; thấp hơn so với công thức 6 (1,32%). Chất lượng nước uống: Tất cả các công thức đều được phân loại chất lượng nước uống cà phê từ rất tốt đến xuất sắc, với tổng điểm dao động từ 79,9 điểm (công thức 5) đến 80,7 điểm (công thức 10), công thức 9 và 10 cho chất lượng nước uống đặc biệt hơn so với các công thức khác.

3.1.5. Ảnh hưởng của liều lượng kali và lưu huỳnh đến hiệu quả kinh tế của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh

Bảng 3.8. Ảnh hưởng của liều lượng kali và lưu huỳnh đến tổng chi phí sản xuất, tổng giá trị sản xuất và lợi nhuận của cây cà phê chè

Công thức	Năng suất thực thu (tấn quả chín tươi/ha)	Năng suất thực thu (tấn nhân/ha)	Tổng giá trị sản xuất (triệu đồng/ha)	Tổng chi phí sản xuất (triệu đồng/ha)	Lợi nhuận (triệu đồng/ha)	Tỷ suất lợi nhuận (%)
1 (ĐC1)	11,65	2,04	153,00	120,11	32,89	27,4
2	9,28	1,54	115,50	106,01	9,49	8,9
3	10,08	1,74	130,50	110,14	20,36	18,5
4	10,72	1,88	141,00	113,47	27,53	24,3
5	13,47	2,40	180,00	127,34	52,66	41,4
6 (ĐC2)	12,90	2,33	174,75	124,62	50,13	40,2
7	12,25	2,30	172,50	121,12	51,38	42,4
8	14,98	2,88	216,00	135,27	80,73	59,7
9	16,19	3,11	233,25	134,75	98,50	73,1
10	14,80	2,84	213,00	134,63	78,37	58,2

Ghi chú: Giá nhân xô cà phê chè tại Đà Lạt trung bình trong 2 năm 2018 và 2019 là 75.000 đồng.

Tổng giá trị sản xuất: Các công thức 8, 9, 10 có tổng giá trị sản xuất vượt trội hơn so với các công thức khác trong thí nghiệm. Công thức 9 cho tổng giá trị sản xuất cao nhất (233,25 triệu đồng/ha); công thức 2 có tổng giá trị sản xuất thấp nhất (115,5 triệu đồng/ha). Kết quả này đã cho thấy, bón kali ở mức 330 kg K₂O/ha kết hợp với bón lưu huỳnh ở các mức 40 hoặc 60 hoặc 80 kg S/ha/năm có tác động rõ rệt đến năng suất thực thu và tổng giá trị sản xuất. Tổng chi phí sản xuất: Khi tăng lượng bón kali hoặc lưu huỳnh thì chi phí sản xuất cũng tăng theo, tổng chi phí sản xuất giữa các công thức dao động từ 106,01 đến 135,27 triệu đồng/ha. Các công thức 8, 9 và 10 có tổng chi phí sản xuất vượt trội nhất, tăng 8% so với với công thức 6. Lợi nhuận: Lợi nhuận trong các công thức dao động rất lớn; từ 9,49 triệu đồng/ha (công thức 2) đến 98,50 triệu đồng/ha. Công thức 9 có lợi nhuận cao nhất tương ứng với tỷ suất lợi nhuận cũng cao nhất (73,1%) do có năng suất thực thu cao và chi phí đầu tư phù hợp. Công thức 2 có lợi nhuận thấp nhất tương ứng với tỷ suất lợi nhuận thấp nhất và đạt 8,9% do bón kali và lưu huỳnh ít nhất nên ảnh hưởng đến năng suất thực thu và tổng giá trị sản xuất. Xét riêng theo từng mức bón kali: Ở mức bón 270 kg K₂O/ha, khi tăng lượng lưu huỳnh từ 40 đến 80 kg S/ha thì lợi nhuận tăng từ 9,49 đến 27,53 triệu đồng/ha; ở mức bón 300 kg K₂O/ha/năm hoặc 330 kg K₂O/ha, khi tăng lượng lưu huỳnh từ 40 đến 80 kg S/ha thì lợi nhuận tăng giảm không rõ ràng. Ở cùng một mức bón 40 kg S hoặc 60 kg S hoặc 80 kg S/ha, khi tăng lượng kali từ 270 đến 330 kg K₂O/ha thì lợi nhuận tăng lên và tỷ lệ thuận với lượng K₂O bón vào.

3.1.6. Ảnh hưởng của liều lượng kali và lưu huỳnh đến một số tính chất hóa học của đất nâu đỏ bazan trồng cà phê chè

Độ chua của đất (pH_{KCl}): Độ chua trao đổi của đất sau thí nghiệm trong các công thức đều ở khoảng rất chua, dao động từ 3,65 (công thức 4) đến 3,75 (công thức 10) nhưng vẫn nằm trong giới hạn chịu đựng của cây cà phê. Tuy nhiên, pH thấp cũng ảnh hưởng đến việc hấp thu các chất dinh dưỡng từ đất như kali và lưu huỳnh dễ tiêu. Các bon hữu cơ trong đất (OC%): Sau thí nghiệm, các bon hữu cơ trong đất tăng lên từ 2,12% (công thức 1) đến 2,36% (công thức 10) và cao hơn so với các bon hữu cơ trước thí nghiệm (1,84%) và ở mức trung bình. Đạm tổng số (N%): Sau thí nghiệm, đạm tổng số ở các công thức thí nghiệm tăng lên nhưng không đáng kể, từ 0,09 đến 0,13% và vẫn ở mức độ trung bình. Lân tổng số ($\text{P}_2\text{O}_5\%$): Sau thí nghiệm, lân tổng số ở các công thức thí nghiệm đều tăng lên so với trước thí nghiệm, dao động từ 0,16 đến 0,21% và ở mức giàu. Kali tổng số ($\text{K}_2\text{O}\%$): Kali tổng số trong đất ở các công thức thí nghiệm đã tăng lên so với trước thí nghiệm, dao động từ 1,07 đến 1,23%. Công thức 10 có kali tổng số cao nhất là 1,23% và đã thay đổi từ mức trung bình theo hướng giàu kali tổng số; công thức 1 có kali tổng số thấp nhất là 1,07% do lượng bón kali thấp nhất. Như vậy, bón tăng lượng phân kali từ 270 kg đến 330 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{năm}$ có tác dụng cải thiện kali tổng số trong đất. Hàm lượng kali dễ tiêu: Trước thí nghiệm, hàm lượng kali dễ tiêu trong đất ở mức trung bình; sau thí nghiệm, hàm lượng kali dễ tiêu có xu hướng tăng lên khi tăng lượng phân kali giữa các công thức thí nghiệm. Ở mức bón là 240 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{năm}$ (công thức 1), hàm lượng kali dễ tiêu có thay đổi nhưng không đáng kể (12,9 mg/100 g đất); ở mức bón là 270 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{năm}$, hàm lượng kali dễ tiêu trong đất tăng lên từ 13,1 đến 13,9 mg/100 g đất; ở mức bón là 300 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{năm}$, hàm lượng kali dễ tiêu tăng cao hơn (14,1 đến 14,7 mg/100 g đất); ở mức bón là 330 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{năm}$ kết hợp với 80 kg S, hàm lượng kali dễ tiêu tăng cao nhất (15,2 đến 16,4 mg/100 g đất) và ở mức trung bình. Lưu huỳnh tổng số (S%): Sau thí nghiệm, lưu huỳnh tổng số dao động từ 0,049 (công thức 6) đến 0,062% (công thức 4). Bón tăng lượng phân chứa lưu huỳnh từ 40 đến 80 kg thì nồng độ lưu huỳnh tổng số trong đất tăng theo. Tuy nhiên, bón nhiều phân chứa lưu huỳnh sẽ ảnh hưởng đến độ chua của đất và sự hấp thu dinh dưỡng của cây cà phê. Nồng độ lưu huỳnh dễ tiêu (ppm): Nồng độ lưu huỳnh dễ tiêu sau thí nghiệm trong các công thức dao động từ 25 ppm (công thức 3) đến 32 ppm (công thức 10). Khi tăng lượng phân bón chứa lưu huỳnh từ 40 lên 80 kg S/ha/năm thì nồng độ lưu huỳnh dễ tiêu trong đất cũng đã tăng lên nhưng không đáng kể so với trước thí nghiệm.

Bảng 3.9. Ảnh hưởng của liều lượng kali và lưu huỳnh đến một số tính chất hóa học trong đất nâu đỏ bazan trồng cà phê chè

Công thức	pH _{KCl}	OC (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (mg/100 g)	K ₂ O (mg/100 g)	S (%)	S (ppm)
1 (ĐC1)	3,66	2,12	0,09	0,18	1,07	7,1	12,9	0,055	31
2	3,67	2,26	0,11	0,16	1,11	6,8	13,1	0,058	26
3	3,67	2,22	0,10	0,17	1,10	6,9	13,4	0,051	25
4	3,65	2,31	0,12	0,21	1,13	7,0	13,9	0,062	28
5	3,68	2,18	0,12	0,16	1,15	7,2	14,3	0,056	27
6 (ĐC2)	3,69	2,30	0,11	0,16	1,14	6,7	14,1	0,049	29
7	3,71	2,32	0,13	0,19	1,15	6,9	14,7	0,051	30
8	3,70	2,35	0,10	0,20	1,18	6,6	15,2	0,050	28
9	3,72	2,33	0,10	0,21	1,20	6,7	16,1	0,053	29
10	3,75	2,36	0,12	0,20	1,23	6,5	16,4	0,054	32

3.2. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA DẠNG PHÂN BÓN KALI VÀ LƯU HUỖNH ĐẾN CÂY CÀ PHÊ CHÈ GIAI ĐOẠN KINH DOANH TRÊN ĐẤT NÂU ĐỎ BAZAN TẠI TỈNH LÂM ĐỒNG

3.2.3. Ảnh hưởng của dạng phân bón kali và lưu huỳnh đến một số yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng

Trong năm 2018, năng suất lý thuyết của cây cà phê chè ở các công thức thí nghiệm dao động từ 17,5 đến 22,2 tấn quả chín tươi/ha, công thức 3 bón $K_2SO_4 + KCl$ có năng suất lý thuyết cao nhất (22,2 tấn quả chín tươi/ha) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các công thức khác trong thí nghiệm. Công thức 2 bón $KCl + supe$ lân và công thức 4 bón $NPK + S$ có năng suất lý thuyết thấp nhất lần lượt là 17,5 và 17,7 tấn quả chín tươi/ha nhưng khác biệt nhau không có ý nghĩa thống kê. Năng suất thực thu dao động từ 13,8 đến 15,6 tấn quả chín tươi/ha, công thức 3 bón $K_2SO_4 + KCl$ có năng suất lý thuyết cao nhất thì năng suất thực thu cũng cao nhất (15,6 tấn quả chín tươi/ha), tăng 8,3% so với công thức 1 (14,1 tấn quả chín tươi/ha).

Bảng 3.13. Ảnh hưởng của dạng phân bón kali và lưu huỳnh đến năng suất lý thuyết và năng suất thực thu của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh

Công thức	Vụ 1 (2018)			Vụ 2 (2019)			NSTT (tấn nhân/ha) (trung bình 2 vụ)
	NSLT (tấn quả chín tươi/ha)	NSTT (tấn quả chín tươi/ha)	Tăng so với đối chứng (%)	NSLT (tấn quả chín tươi/ha)	NSTT (tấn quả chín tươi/ha)	Tăng so với đối chứng (%)	
1 (ĐC)	20,3 ^b	14,1 ^b	-	19,3 ^b	14,2 ^c	-	2,94
2	17,5 ^c	14,4 ^{ab}	-	18,5 ^{bc}	16,2 ^b	14,1	3,06
3	22,2 ^a	15,6 ^a	8,3	23,5 ^a	17,4 ^a	22,5	3,40
4	17,7 ^c	13,8 ^b	-	16,5 ^c	13,6 ^c	-	2,68
<i>LSD</i> _{0,05}	1,57	1,18	-	2,02	1,14	-	-

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau khác biệt không có ý nghĩa ở mức $\alpha \leq 0,05$.

Trong năm 2019, năng suất lý thuyết và năng suất thực thu của cây cà phê chè ở các công thức thí nghiệm có xu hướng cao hơn so với năm 2018. Năng suất lý thuyết dao động từ 16,5 đến 23,5 tấn quả chín tươi/ha, công thức 3 tiếp tục có năng suất lý thuyết cao nhất (23,5 tấn quả chín tươi/ha) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các công thức khác trong thí nghiệm. Công thức 4 có năng suất lý thuyết thấp nhất (16,5 tấn quả chín tươi/ha) nhưng không sai khác với công thức 2 (18,5 tấn quả chín tươi/ha). Tương tự như năng suất lý thuyết, năng suất thực thu cao nhất cũng thể hiện ở công thức 3 bón K_2SO_4

+ KCl (17,4 tấn quả chín tươi/ha), tăng 22,5% so với công thức đối chứng (14,2 tấn quả chín tươi/ha), tiếp theo là công thức 2 bón KCl + supe lân có năng suất thực thu là 16,2 tấn quả chín tươi/ha, tăng 14,1% so với công thức đối chứng. Cùng một lượng bón là 300 kg K₂O + 60 kg S nhưng ở dạng phân kali và lưu huỳnh khác nhau thì năng suất thực thu ở các công thức thí nghiệm khác nhau, ngoài thành phần là kali và lưu huỳnh thì trong supe lân còn có các thành phần khác như CaO, MgO và SiO₂ giúp cây chống chịu và quang hợp tốt hơn hoặc hàm lượng vi lượng (Zn, B, Cu, Fe) trong phân NPK + S cũng hỗ trợ cho cây sinh trưởng và phát triển thuận lợi hơn.

3.2.4. Ảnh hưởng của các dạng phân bón kali và lưu huỳnh đến hình dạng và kích thước nhân, chất lượng nước uống của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng

Bảng 3.15. Ảnh hưởng của các dạng phân bón kali và lưu huỳnh đến thể tích 100 quả, tỷ lệ quả chín tươi/nhân và khối lượng 100 nhân của cây cà phê chè

Công thức	Vụ 1 (2018)			Vụ 2 (2019)		
	Thể tích 100 quả chín tươi (cm ³)	Tỷ lệ quả chín tươi/nhân	Khối lượng 100 nhân (g)	Thể tích 100 quả chín tươi (cm ³)	Tỷ lệ quả chín tươi/nhân	Khối lượng 100 nhân (g)
1 (ĐC)	106,0 ^a	5,2 ^{ab}	15,7 ^{ab}	100,3 ^b	4,4 ^c	16,8 ^a
2	102,7 ^b	5,1 ^b	14,8 ^b	103,3 ^{ab}	4,9 ^{ab}	14,8 ^b
3	98,7 ^c	4,9 ^c	16,3 ^a	99,3 ^b	4,6 ^{bc}	16,7 ^a
4	107,3 ^a	5,3 ^a	13,6 ^c	107,3 ^a	4,9 ^a	14,6 ^b
<i>LSD</i> _{0,05}	3,03	0,14	1,04	3,82	0,24	1,36

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau khác biệt không có ý nghĩa ở mức $\alpha \leq 0,05$.

Trong năm 2018: Thể tích 100 quả chín tươi dao động từ 98,7 đến 107,3 cm³, công thức 3 có thể tích 100 quả chín tươi nhỏ nhất là 98,7 cm³ và khác biệt có ý nghĩa thống kê với tất cả các công thức khác. Công thức 4 có thể tích 100 quả lớn nhất (107,3 cm³) nhưng không khác biệt có ý nghĩa so với công thức 1 (106,0 cm³). Tương tự như thể tích 100 quả chín tươi, tỷ lệ quả chín tươi/nhân dao động từ 4,9 đến 5,3; công thức 3 có tỷ lệ quả chín tươi/nhân thấp nhất (4,9) và khác biệt có ý nghĩa thống kê với các công thức 1, 2 và 4. Công thức 4 bón NPK + S có tỷ lệ quả chín tươi/nhân lớn nhất (5,3) nhưng không khác biệt so với công thức 1 bón KCl + SA (5,2). Khối lượng 100 nhân dao động từ 13,6 đến 16,3 g. Công thức 3 bón K₂SO₄ + KCl có khối lượng 100 nhân lớn nhất (16,3 g), tăng 3,7% so với công thức 1 (15,7 g) nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Công thức 4 có khối lượng 100 nhân nhỏ nhất (13,6 g) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các công thức 1, 2 và 3 trong thí nghiệm. Trong năm 2019: Thể tích 100 quả dao động từ 99,3 đến 107,3 cm³, công thức 3 bón K₂SO₄ + KCl có thể tích

100 quả nhỏ nhất ($99,3 \text{ cm}^3$) nhưng không khác biệt có ý nghĩa so với công thức 1 bón KCl + SA ($100,3 \text{ cm}^3$) và công thức 2 bón KCl + supe lân ($103,3 \text{ cm}^3$). Công thức 4 bón NPK + S có thể tích 100 quả lớn nhất ($107,3 \text{ cm}^3$) và chỉ sai khác có ý nghĩa thống kê so với công thức 3. Tỷ lệ quả chín tươi/nhân dao động từ 4,4 đến 4,9; công thức 1 có tỷ số tươi/nhân là 4,4 nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê với công thức 3 (4,6). Công thức bón 4 và công thức 2 có tỷ lệ quả chín tươi/nhân lớn nhất (4,9) và không sai khác nhau về mặt thống kê. Khối lượng 100 nhân dao động từ 14,6 đến 16,8 g, tăng cao hơn so với năm 2018 từ 6,5 đến 7,8%. Công thức 1 bón KCl + SA có khối lượng 100 nhân lớn nhất (16,8 g) nhưng không khác biệt về mặt thống kê so với công thức 3 bón K_2SO_4 + KCl (16,7 gam). Công thức 4 bón NPK + S có khối lượng 100 nhân nhỏ nhất (14,6 gam) và không khác biệt về mặt thống kê so với công thức 2 bón KCl + supe lân (14,8 gam).

Kết quả đánh giá chất lượng nước uống cà phê của các công thức thí nghiệm ở Bảng 3.16 cho thấy: Các công thức bón kali và lưu huỳnh ở dạng khác nhau trong thí nghiệm đều có chất lượng nước uống được cảm nhận từ rất tốt đến xuất sắc, với tổng điểm dao động từ 77,8 điểm (công thức 1 bón KCl + SA hoặc công thức 2 bón KCl + supe lân) đến 80,7 điểm (công thức 3 bón K_2SO_4 + KCl). Công thức 3 có chất lượng nước uống cà phê tốt nhất so với các công thức khác trong thí nghiệm. Trong nghiên cứu này, K_2SO_4 cho chất lượng nước uống cà phê tốt nhất, kết quả nghiên cứu này tương đồng với các kết quả nghiên cứu của Snoeck và Lambot (2004).

Bảng 3.16. Ảnh hưởng của các dạng phân kali và lưu huỳnh đến chất lượng nước uống của cây cà phê chè

Công thức	Hàm lượng caffeine (%)	Mùi	Hương vị	Hậu vị	Vị chua	Vị ngọt	Thể chất	Độ hài hòa	Độ sạch	Độ đồng nhất	Tổng thể	Tổng điểm	Phân loại
1 (ĐC)	1,35	7,8	7,8	7,8	5,3	5,8	7,7	7,8	10,0	10,0	7,8	77,8	Rất Tốt
2	1,33	7,8	7,8	7,8	5,3	6,0	7,5	7,8	10,0	10,0	7,8	77,8	Rất Tốt
3	1,31	8,3	8,0	8,2	6,0	5,8	7,9	8,2	10,0	10,0	8,3	80,7	Xuất sắc
4	1,32	7,9	7,8	7,8	5,4	5,5	7,8	7,9	10,0	10,0	8,0	78,1	Rất Tốt

3.2.5. Ảnh hưởng của các dạng phân bón kali và lưu huỳnh đến hiệu quả kinh tế của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng

Bảng 3.17. Ảnh hưởng của các dạng phân bón kali và lưu huỳnh đến tổng chi phí sản xuất, tổng giá trị sản xuất và lợi nhuận của cây cà phê chè

Công thức	Năng suất thực thu (tấn quả chín tươi/ha)	Năng suất thực thu (tấn nhân/ha)	Tổng giá trị sản xuất (triệu đồng/ha)	Tổng chi phí sản xuất (triệu đồng/ha)	Lợi nhuận (triệu đồng/ha)	Tỷ suất lợi nhuận (%)
1 (ĐC)	14,15	2,94	220,50	127,31	93,19	73,2
2	15,30	3,06	229,50	135,84	93,66	69,0
3	16,50	3,40	255,00	145,94	109,06	74,7
4	13,70	2,68	201,00	126,07	74,93	59,4

Ghi chú: Giá nhân xô cà phê chè tại Đà Lạt trung bình trong 2 năm 2018 và 2019 là 75.000 đồng.

Tổng giá trị sản xuất: Công thức 3 bón $K_2SO_4 + KCl$ cho tổng thu cao nhất (255,00 triệu đồng/ha), tăng 15,64% so với công thức 1 bón $KCl + SA$ (220,50 triệu đồng/ha). Công thức 4 bón $NPK + S$ có tổng giá trị sản xuất thấp nhất (201,00 triệu đồng/ha), giảm 8,84% so với công thức 1 (đối chứng). Công thức 3 có năng suất cà phê nhân cao nhất dẫn đến tổng giá trị sản xuất cũng cao nhất. Tổng chi phí sản xuất: Công thức 3 bón $K_2SO_4 + KCl$ cũng có tổng chi phí sản xuất cao nhất (145,94 triệu đồng/ha), tiếp theo là công thức 2 bón $KCl + supe lân$ (135,84 triệu đồng/ha) và thấp nhất là công thức 4 bón $NPK + S$ (126,07 triệu đồng/ha). Công thức 3 có chi phí mua phân K_2SO_4 cao hơn so với các loại phân chứa kali khác và có năng suất thực thu cao nhất nên tổng chi phí sản xuất cao nhất. Lợi nhuận: Lợi nhuận dao động từ 74,93 triệu đồng/ha (công thức 4) đến 109,06 triệu đồng/ha (Công thức 3). Công thức 3 bón $K_2SO_4 + KCl$ có lợi nhuận cao nhất và tăng 17,03% so với công thức 1 (đối chứng), đồng thời tỷ suất lợi nhuận của công thức bón $K_2SO_4 + KCl$ cũng rất cao (74,7%) do có năng suất thực thu cao nhất và chi phí đầu tư phù hợp. Công thức 4 có lợi nhuận thấp nhất (74,93 triệu đồng/ha) và tỷ suất lợi nhuận cũng thấp nhất (59,4%). Như vậy, ở cùng mức bón là 300 kg K_2O kết hợp với 60 kg S/ha, dạng phân $K_2SO_4 + KCl$ cho tổng giá trị sản xuất và lợi nhuận cao hơn so với các dạng phân chứa kali và lưu huỳnh khác trong thí nghiệm, vì vậy nên áp dụng bón kali kết hợp với lưu huỳnh ở dạng $K_2SO_4 + KCl$ theo tỷ lệ 1,26: 1 để đạt được lợi nhuận cao nhất trong sản xuất cà phê chè trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng.

3.2.6. Ảnh hưởng của dạng phân bón kali và lưu huỳnh đến một số tính chất hóa học của đất nâu đỏ bazan trồng cà phê chè giai đoạn kinh doanh tại tỉnh Lâm Đồng

Bảng 3.18. Ảnh hưởng của dạng phân bón kali và lưu huỳnh đến một số tính chất hóa học trong đất nâu đỏ bazan trồng cà phê chè

Công thức	pH _{KCl}	OC (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (mg/100 g)	K ₂ O (mg/100 g)	S (%)	S (ppm)
1 (ĐC)	3,67	2,16	0,09	0,21	1,11	6,7	13,6	0,053	30
2	3,65	2,11	0,08	0,21	1,10	6,9	13,7	0,051	32
3	3,71	2,19	0,10	0,19	1,12	7,1	13,8	0,052	30
4	3,68	2,22	0,09	0,19	1,11	6,8	13,5	0,058	35

Độ chua của đất (pH_{KCl}): Trước thí nghiệm pH_{KCl}= 3,64 nên đất rất chua; sau thí nghiệm pH_{KCl} trong các công thức dao động từ 3,65 đến 3,71 có thay đổi nhưng vẫn ở khoảng rất chua. Bón phân kali và lưu huỳnh ở dạng K₂SO₄ + KCl đã không làm thay đổi độ chua của đất trồng cà phê tại tỉnh Lâm Đồng. Các bon hữu cơ trong đất (OC%): Các bon hữu cơ trong đất là yếu tố rất quan trọng ảnh hưởng tới năng suất và chất lượng của vườn cà phê vì có liên quan chặt chẽ đến các chỉ tiêu về độ phì của đất (đạm, lân, kali, canxi, magie, lưu huỳnh), đồng thời có tác dụng làm cho kết cấu đất tơi xốp, thông thoáng. Các bon hữu cơ trong đất nâu đỏ bazan ở các công thức thí nghiệm dao động từ 2,11 đến 2,22% cao hơn so với trước thí nghiệm (1,84%) nhưng vẫn ở mức trung bình. Đạm tổng số (N%): Trước thí nghiệm, đất nâu đỏ bazan trồng cà phê chè có đạm tổng số ở mức nghèo (0,08%); sau thí nghiệm, đạm tổng số ở các công thức thí nghiệm có thay đổi nhưng không đáng kể, tăng từ 0,08% (công thức 2) đến 0,1% (công thức 3) nhưng vẫn ở mức nghèo đạm tổng số. Lân tổng số (P₂O₅%): Trước thí nghiệm, lân tổng số trong đất nâu đỏ bazan ở mức giàu (0,16%); sau thí nghiệm, lân tổng số ở các công thức đều tăng lên đáng kể và dao động từ 0,19 đến 0,21% và vẫn ở mức giàu lân tổng số. Hàm lượng kali tổng số (K₂O%): Trước thí nghiệm, hàm lượng K₂O tổng số là 1,04% và ở mức trung bình; sau thí nghiệm, hàm lượng K₂O tổng số trong đất ở các công thức thí nghiệm tăng lên và dao động từ 1,10 đến 1,12%. Công thức bón K₂SO₄ + KCl có hàm lượng K₂O tổng số trong đất được cải thiện đáng kể nhất (1,12%). Hàm lượng kali dễ tiêu: Hàm lượng K₂O sau thí nghiệm dao động từ 13,5 đến 13,8 mg/100 g đất, chênh lệch từ 0 đến 0,3 mg K₂O/100 g đất so với trước thí nghiệm nhưng vẫn ở mức trung bình. Lưu huỳnh tổng số (S%): Trước thí nghiệm hàm lượng lưu huỳnh tổng số là 0,048% và ở mức thiếu lưu huỳnh; sau thí nghiệm, hàm lượng lưu huỳnh tổng số dao động từ 0,051 đến 0,058% trong các công thức thí nghiệm. Công thức 4 bón NPK + S có hàm lượng lưu huỳnh tổng số cao nhất (0,058%) và công thức bón KCl + supe lân có hàm lượng lưu huỳnh tổng số thấp nhất (0,051%). Nồng độ lưu huỳnh dễ tiêu: Sau thí nghiệm, nồng độ lưu huỳnh dễ tiêu trong các công thức dao động từ 30 đến 35 ppm. Công thức 3 bón K₂SO₄ + KCl có nồng độ lưu huỳnh dễ tiêu là 30 ppm tương đương với công thức 1 bón KCl + SA.

3.3. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI ĐIỂM BÓN VÀ TỶ LỆ BÓN PHÂN KALI VÀ LƯU HUỖNH ĐẾN CÂY CÀ PHÊ CHÈ GIAI ĐOẠN KINH DOANH TRÊN ĐẤT NÂU ĐỎ BAZAN TẠI TỈNH LÂM ĐỒNG

3.3.3. Ảnh hưởng của thời điểm bón và tỷ lệ bón phân kali và lưu huỳnh đến một số yếu tố cấu thành năng suất và năng suất của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng

Bảng 3.22. Ảnh hưởng của thời điểm bón và tỷ lệ bón phân kali và lưu huỳnh đến năng suất lý thuyết và năng suất thực thu của cây cà phê chè

Công thức	NSLT (tấn quả chín tươi/ha)	NSTT (tấn quả chín tươi/ha)	Tăng so với đối chứng (%)	NSTT (tấn nhân/ha)
1 (ĐC)	19,67 ^{bc}	16,33 ^{bc}	-	3,04
2	21,83 ^{ab}	16,83 ^{ab}	2,97	3,30
3	22,17 ^a	17,91 ^a	8,82	3,65
4	19,00 ^c	15,33 ^c	-	3,06
5	19,17 ^c	15,58 ^c	-	2,93
<i>LSD</i> _{0,05}	2,28	1,56	-	-

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau khác biệt không có ý nghĩa ở mức $\alpha \leq 0,05$.

Kết quả ở Bảng 3.22 cho thấy: Năng suất lý thuyết của các công thức thí nghiệm dao động từ 19 đến 22,17 tấn quả chín tươi/ha và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha \leq 0,05$. Công thức có năng suất lý thuyết cao nhất (22,17 tấn quả chín tươi/ha) và khác biệt có ý nghĩa so với công thức 1, 4 và 5. Công thức 2 có năng suất thực thu là 21,83 tấn quả chín tươi/ha, thấp hơn so với công thức 3 nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Tương tự như năng suất lý thuyết, năng suất thực thu ở công thức 3 cũng đạt cao nhất (17,91 tấn quả chín tươi/ha), tăng 8,82% so với công thức 1 đối chứng và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với công thức 1, 4 và 5. Công thức 2 có năng suất thực thu là 16,83 tấn quả chín tươi/ha, tăng 2,97% so với công thức đối chứng nhưng khác biệt không có ý nghĩa về mặt thống kê.

3.3.4. Ảnh hưởng của thời điểm bón và tỷ lệ bón phân kali và lưu huỳnh đến hình dạng, kích thước nhân và chất lượng nước uống của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng

Kết quả ở Bảng 3.23 cho thấy: Tỷ lệ hạt tròn dao động từ 9,8 đến 11,4%, công thức 3 có tỷ lệ hạt tròn thấp nhất (9,8%) và khác biệt có ý nghĩa thống kê với công thức 1 (10,9%). Công thức có tỷ lệ hạt tròn cao nhất (11,4%) nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê với các công thức 1, 2 và 4. Tỷ lệ hạt trên sàng 18 của công thức 2 và 5 thấp nhất, lần lượt là 12,4% và 12,5%. Công thức 3 có tỷ lệ hạt trên sàng 18 cao nhất (13,5%) nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê với công thức 1 và 4. Tỷ lệ hạt trên sàng 16 ở các công thức thí nghiệm khá cao, dao động từ 79,8 đến 85,6%. Công thức 3 có tỷ lệ hạt trên sàng 16 cao nhất (85,6%), tăng 2,8% so với công thức 1 đối chứng và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với tất cả các công thức khác trong thí nghiệm. Thể tích 100 quả chín tươi ở công thức 1 thấp nhất (99,67 cm³) nhưng khác biệt không có ý nghĩa so với công thức 5 (101,67 cm³). Công thức 3 có thể tích

100 quả chín tươi cao nhất (108,67 cm³), tăng 8,3% so với công thức đối chứng. Tỷ lệ quả chín tươi trên nhân dao động từ 4,8 đến 5,3. Công thức 3 và công thức 1 đối chứng có tỷ lệ quả chín tươi trên nhân thấp nhất, lần lượt là 4,8 đến 4,9. Tỷ lệ quả chín tươi trên nhân của công thức 2, 4 và 5 khác biệt không có ý nghĩa thống kê, dao động từ 5,0 đến 5,3. Khối lượng 100 nhân trong các công thức thí nghiệm cũng khá cao, dao động từ 15,9 đến 17,5 g. Công thức 2, 3 và 5 có khối lượng 100 nhân lần lượt là 16,4 g; 17,5 g và 16,8 g không sai khác về mặt thống kê so với công thức 1 (16,7 g). Công thức 4 có khối lượng 100 nhân thấp nhất (15,9 g), giảm 4,8% và sai khác so với công thức đối chứng.

Bảng 3.23. Ảnh hưởng của thời điểm bón và tỷ lệ bón phân kali và lưu huỳnh đến hình dạng và kích thước nhân của cây cà phê chè

Công thức	Tỷ lệ hạt tròn (%)	Tỷ lệ hạt trên sàng 18 (%)	Tỷ lệ hạt trên sàng 16 (%)	Thể tích 100 quả chín tươi (cm ³)	Tỷ lệ tươi/nhân	Khối lượng 100 nhân (g)
1 (ĐC)	10,9 ^a	12,9 ^{ab}	83,2 ^b	99,67 ^d	4,8 ^b	16,7 ^{ab}
2	10,8 ^{ab}	12,4 ^b	82,3 ^{bc}	104,33 ^b	5,1 ^{ab}	16,4 ^{ab}
3	9,8 ^b	13,5 ^a	85,6 ^a	108,67 ^a	4,9 ^b	17,5 ^a
4	10,9 ^a	12,9 ^{ab}	79,8 ^d	104,00 ^{bc}	5,0 ^{ab}	15,9 ^b
5	11,4 ^a	12,5 ^b	80,9 ^{cd}	101,67 ^{cd}	5,3 ^a	16,8 ^{ab}
<i>LSD</i> _{0,05}	0,99	1,98	0,85	2,50	0,35	1,46

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình có cùng ký tự theo sau khác biệt không có ý nghĩa ở mức $\alpha \leq 0,05$.

Kết quả ở Bảng 3.24 cho thấy: Hàm lượng caffeine dao động từ 1,25 đến 1,41% và chênh lệch nhau không đáng kể. Công thức 4 có hàm lượng caffeine thấp nhất (1,25%) và công thức 5 có hàm lượng caffeine cao nhất (1,41%). Chất lượng nước uống cà phê chè trong các công thức thí nghiệm đạt từ tốt đến xuất sắc với số điểm dao động từ 79,1 đến 81,5. Công thức 3 và công thức 1 đối chứng có tổng số điểm > 80,0 và được cảm nhận hương vị tốt nhất.

Bảng 3.24. Ảnh hưởng của thời điểm bón và tỷ lệ bón phân kali và lưu huỳnh đến chất lượng nước uống của cây cà phê chè (2020)

Công thức	Hàm lượng caffeine (%)	Mùi	Hương vị	Hậu vị	Vị chua	Vị ngọt	Thể chất	Độ hài hòa	Độ sạch	Độ đồng nhất	Tổng thể	Tổng điểm	Phân loại
1 (ĐC)	1,27	7,8	7,5	8,0	5,9	6,0	8,3	8,5	10	10	8,2	80,2	Xuất sắc
2	1,39	7,9	7,7	8,0	5,8	6,3	7,9	7,7	10	10	8,2	79,5	Rất Tốt
3	1,38	8,3	8,1	8,2	6,5	5,9	7,8	8,5	10	10	8,2	81,5	Xuất sắc
4	1,25	7,7	7,3	7,9	6,1	6,3	8,1	7,9	10	10	7,8	79,1	Rất Tốt
5	1,41	8,1	7,5	7,9	6,2	6,5	8,0	8,0	10	10	7,8	80,0	Rất Tốt

3.3.5. Ảnh hưởng của thời điểm bón và tỷ lệ bón phân kali và lưu huỳnh đến hiệu quả kinh tế của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng

Bảng 3.25. Ảnh hưởng của thời điểm bón và tỷ lệ bón phân kali và lưu huỳnh đến tổng giá trị sản xuất, tổng chi phí sản xuất, lợi nhuận và tỷ suất lợi nhuận của cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh

Công thức	Năng suất thực thu (tấn quả chín tươi/ha)	Năng suất thực thu (tấn nhân/ha)	Tổng giá trị sản xuất (triệu đồng/ha)	Tổng chi phí sản xuất (triệu đồng/ha)	Lợi nhuận (triệu đồng/ha)	Tỷ suất lợi nhuận (%)
1 (ĐC)	16,33	3,04	243,20	141,39	101,80	72,0
2	16,83	3,30	264,00	146,74	117,26	79,9
3	17,91	3,65	292,00	152,64	139,36	91,3
4	15,33	3,06	244,80	136,16	108,64	79,8
5	15,58	2,93	234,40	140,99	93,41	66,3

Kết quả ở bảng 3.25 cho thấy: Tổng giá trị sản xuất giữa các công thức dao động từ 234,40 đến 292,00 triệu đồng/ha. Công thức 3 có tổng giá trị sản xuất cao nhất, tăng 20,07% so với công thức 1 (243,20 triệu đồng/ha). Các công thức 2, 4, và 5 có tổng giá trị sản xuất dao động từ 234,4 triệu đồng/ha (công thức 5) đến 264,00 triệu đồng/ha (công thức 2). Sự thay đổi chủ yếu về tổng giá trị sản xuất giữa các công thức thí nghiệm phần lớn là do năng suất thực thu khác nhau. Tổng chi phí sản xuất dao động từ 136,16 triệu đồng/ha (công thức 4) đến 152,64 triệu đồng/ha (công thức 3). Công thức 3 có tổng chi phí sản xuất lớn nhất, tăng 7,96% so với công thức đối chứng do chi phí thu hái và sơ chế quả chín tươi cao hơn. Lợi nhuận và tỷ suất lợi nhuận: Do giá nhân cà phê chè năm 2020 và năng suất nhân của toàn vườn cà phê thí nghiệm cao hơn so với năm 2018 và 2019 nên lợi nhuận giữa các công thức thí nghiệm cao hơn và dao động từ 93,41 triệu đồng/ha (Công thức 5) đến 139,36 triệu đồng/ha (Công thức 3). Công thức 5 có lợi nhuận thấp nhất (93,41 triệu đồng/ha) nên tỷ suất lợi nhuận cũng thấp nhất (66,3%). Công thức 3 có lợi nhuận cao nhất nên tỷ suất lợi nhuận cũng cao nhất (91,3%).

CHƯƠNG 4

KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. KẾT LUẬN

Trên nền phân bón 280 kg N + 120 kg P₂O₅ + 500 kg vôi bột + 10 tấn phân gà hoai mục/ha, một số kết luận về sử dụng phân kali và lưu huỳnh như sau:

1. Liều lượng phân kali và lưu huỳnh hợp lý bón cho cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh là 330 kg K₂O và 60 kg S, cho năng suất thực thu trung bình 2 vụ (2018 và 2019) là 16,19 tấn quả chín tươi/ha (tương đương với 3,11 tấn nhân/ha); chất lượng nhân cao hơn và chất lượng nước uống cà phê đạt loại tốt,

lợi nhuận trung bình đạt 98,5 triệu đồng/ha và một số chỉ tiêu hóa học của đất nâu đỏ bazan được cải thiện.

2. Dạng phân kali và lưu huỳnh bón hiệu quả nhất là $K_2SO_4 + KCl$ (theo tỷ lệ 1,26 : 1,0) với tổng lượng cung cấp cho cây là 330 kg K_2O /ha + 60 kg S/ha; cho năng suất thực thu trung bình 2 vụ (2018 và 2019) là 16,5 tấn quả chín tươi/ha (tương đương với 3,40 tấn nhân/ha); chất lượng nhân cao và chất lượng nước đạt loại tốt, lợi nhuận trung bình đạt 109,06 triệu đồng/ha và tính chất hóa học của đất nâu đỏ bazan được duy trì.

3. Thời điểm bón và tỷ lệ bón phân kali và lưu huỳnh phù hợp là: Bón phân kali 4 đợt (mỗi đợt bón 25% K_2O , bón vào các tháng 3, 5, 7 và 9) kết hợp bón phân lưu huỳnh 2 đợt (mỗi đợt bón 50% S vào tháng 3 và 9) với tổng lượng cung cấp cho cây là 330 kg K_2O /ha + 60 kg S/ha ở dạng $K_2SO_4 + KCl$; cho năng suất thực thu năm 2020 là 17,91 tấn quả chín tươi/ha (tương đương với 3,65 tấn nhân/ha); chất lượng nhân cao và chất lượng nước uống đạt tốt, lợi nhuận đạt 139,36 triệu đồng/ha và tính chất hóa học của đất nâu đỏ bazan được duy trì.

4.2. ĐỀ NGHỊ

1. Khuyến cáo áp dụng liều lượng 330 kg K_2O và 60 kg S ở dạng $K_2SO_4 + KCl$ (theo tỷ lệ 1,26 : 1) trên nền 280 kg N + 120 kg P_2O_5 + 500 kg vôi bột + 10 tấn phân gà hoai mục/ha/năm.

2. Xây dựng các mô hình trình diễn và mở các lớp tập huấn kỹ thuật và hội nghị tham quan đầu bờ làm cơ sở cho việc tuyên truyền và nhân rộng.

3. Tiếp tục mở rộng các nội dung nghiên cứu (giống, mật độ, phân hữu cơ và vi lượng) và thực hiện trên nhiều địa điểm khác nhau nhằm hoàn thiện Quy trình canh tác cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất nâu đỏ bazan tại tỉnh Lâm Đồng.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA LUẬN ÁN

1. **Dương Công Bằng**, Hoàng Thị Thái Hòa, Lê Thanh Bồn, Nguyễn Kim Chi (2020). *Ảnh hưởng của liều lượng kali và lưu huỳnh đến cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất bazan tại tỉnh Lâm Đồng*, Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; pISSN: 2588-1191; eISSN: 2615-9708; tập 129, Số 3B, tr. 1-12; DOI: 10.26459/hueuni-jard.v128i3C.5125
2. **Dương Công Bằng**, Hoàng Thị Thái Hòa, Lê Thanh Bồn, Nguyễn Kim Chi (2021). *Ảnh hưởng của dạng kali và lưu huỳnh đến cây cà phê chè giai đoạn kinh doanh trên đất bazan tại tỉnh Lâm Đồng*, Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; pISSN: 2588-1191; eISSN: 2615-9708; tập 130, Số 3A, tr. 6-17.

**HUE UNIVERSITY
UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND FORESTRY**

DUONG CONG BANG

**STUDY ON APPLICATION OF POTASSIUM AND SULFUR
FERTILIZERS ON ARABICA COFFEE AT **BUSINESS**
STAGE IN RHODIC FERRASOLS SOIL OF LAM DONG
PROVINCE**

SUMMARY OF DOCTORAL DISSERTATION **IN CROP
SCIENCE**

HUE - 2022

**HUE UNIVERSITY
UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND FORESTRY**

DUONG CONG BANG

**STUDY ON APPLICATION OF POTASSIUM AND SULFUR
FERTILIZERS ON ARABICA COFFEE AT **BUSINESS**
STAGE IN RHODIC FERRASOLS SOIL OF LAM DONG
PROVINCE**

**SUMMARY
AGRICULTURAL DOCTORAL DISSERTATION**

Major: Crop Science

Code: 9620110

**SUPERVISORS
PROF. DR. HOANG THI THAI HOA
DR. LE THANH BON**

HUE - 2022

**This reseach was comleted at:
UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND FORESTRY**

Supervisors:

- 1. Prof. Dr. Hoang Thi Thai Hoa**
- 2. Dr. Le Thanh Bon**

Reviewer 1:

.....
...
.....
...

Reviewer 2:

.....
...
.....
...

Reviewer 3:

.....
...
.....
...

**The thesis will be defended in front of Hue University Thesis
evaluation committee at:**

.....
...
..... day month year
.....

The thesis can be found at:

.....

...

.....

...

.....

...

HUE - 2022

PREAMBLE

1. INTRODUCTION

According to decision No. 2261/QĐ-UBND dated October 21, 2015, of the People's Committee of Lam Dong province on approving the coffee development plan for 2016 to 2020, with the specific goal of stabilizing the sowing area. Coffee cultivation reaches about 150,000 ha, with 15 to 20% of the planted area of Arabica coffee, the yield of green coffee is from 3.1 to 3.2 tons/ha/year, the output of green coffee is from 460,000 up to 480,000 tons/year. It is not feasible to increase coffee production by expanding the cultivated area, no longer **a potential to exploit**. Therefore, an essential solution to be implemented is to improve coffee productivity through technical measures. Coffee is a crop with high nutritional requirements. If fertilizer application is not balanced and reasonable, the coffee tree will be exhausted, and the yield will decrease sharply in the next crop. Therefore, fertilizer is considered one of the critical solutions to **increase** coffee yield and quality. Among the nutritional factors, nitrogen and phosphorus are two factors that coffee plants need in large quantities and have been studied extensively in the world and Vietnam; other nutritional factors such as potassium and sulfur have not **been given** proper attention. In Lam Dong province, about 229,216 hectares of land are currently developed on basalt, accounting for 23.5% of the natural area and distributed in areas with climates suitable for many crops such as coffee, tea, vegetables, and **flowers**. However, the highland tropical climate conditions with high rainfall and seasonal concentration combined with sloping and fragmented terrain have promoted some unfavorable soil processes such as erosion and washing leaching and mineralization of nutrients in the soil, especially for the two elements potassium and sulfur. At the same time, after many cycles of monoculture of long-term industrial crops with a high degree of intensification, the nutrient source in the soil has been exhausted, the natural fertility and productivity of the soil on basalt at the same time **in** Lam Dong province is in severe decline; it needs to be improved by fertilizer solution. Many studies have focused on the effects of **only** potassium or sulfur fertilizers on coffee

plants in Vietnam, **especially robusta**. Research on the effects of potassium and sulfur fertilizers on Arabica coffee plants is still **limited**. Stemming from the above reasons, the topic "Study on application of potassium and sulfur fertilizers on Arabica coffee at reproductive growth stage in Rhodic Ferrasols soil of Lam Dong province " was carried out.

2. Objectives of the topic

2.1. General objective

We propose using potassium and sulfur fertilizers appropriately to improve productivity, quality, and economic efficiency in Arabica coffee farming in the business stage on basalt red-brown soil in Lam Dong province.

2.2. Specific objective

Proposing a reasonable dose of potassium and sulfur fertilizers for Arabica coffee plants to achieve high yield, quality, economic efficiency, and improve fertility on red-brown basalt soil in Lam Dong province.

Proposing a reasonable form of potassium and sulfur fertilizers for Arabica coffee plants to achieve high yield, quality, economic efficiency, and improve fertility on red-brown basalt soil in Lam Dong province.

We propose the appropriate time and rate of potassium and sulfur fertilization for Arabica coffee plants to achieve high yield, quality, economic efficiency, and improve fertility on red-brown basalt soil in Lam province.

3. Scientific and practical significance

3.1. Scientific significance

The results of the thesis topic provide a scientific basis for the development of Arabica coffee in Lam Dong and other coffee-growing regions in Vietnam with similar ecological conditions.

The results of the thesis are references for similar studies in Lam Dong.

3.2. Practical significance

The thesis results are the basis for perfecting the technical process of cultivating Arabica coffee on red-brown basalt soil in Lam Dong.

It is recommended that **farmers** use good potassium and sulfur fertilizers for Arabica coffee crops in the business stage on red-brown basalt soil in Lam Dong province to achieve high yield, quality, economic efficiency and improve soil fertility.

4. New contributions of the topic

The reasonable dosage of potassium and sulfur fertilizers for Arabica coffee in the business stage grown on red-brown basalt soil in Lam Dong province is 330 kg K₂O and 60 kg S based on annual fertilizer for 1 hectare of 280 kg N. + 120 kg P₂O₅ + 500 kg lime powder + 10 tons of chicken manure.

- The suitable form of potassium and sulfur fertilizer for Arabica coffee plants is KCl fertilizer and K₂SO₄ fertilizer in the proportion corresponding to the dose of fertilizer that has been studied as 1 KCl: 1.26 K₂SO₄.

- The time and rate of potassium and sulfur fertilizer application suitable for Arabica coffee plants are potassium fertilizer applied four times (each time

fertilizing 25% K₂O, applied on March, **May, July and September**); sulfur fertilizer applied two times (each time applying 50% S in March and September).

5. Thesis structure

The thesis is on page A4, 101 pages long, excluding references and appendices. The Introduction has three pages; Chapter 1: Overview of the document, 32 pages; Chapter 2: Research objects and methods, 3 pages; Chapter 3: Research results and discussion, 51 pages; Chapter 4: **Conclusions and recommendations**, 2 pages. List of scientific works of the thesis 1 page; References, 9 pages; The thesis has 103 references, including 65 documents in Vietnamese, 32 documents in English, and 6 documents on the internet; Appendix 39 pages. The research results and discussion section has 45 tables and 7 figures.

CHAPTER 1

LITERATURE REVIEW

1.1. THEORETICAL BASIS OF RESEARCH PROBLEM

1.1.1. Some important ecological characteristics of Arabica coffee .

1.1.2. Land requirements of coffee trees

1.1.3. Potassium and sulfur in coffee soil

1.1.4. Physiological roles and potassium and sulfur requirements of coffee plants in the growth and development process

1.1.4.1. Physiological roles and potassium requirements of coffee plants

1.1.4.2. Physiological roles and sulfur requirements of coffee plants

1.1.5. Accumulated potassium and sulfur content in coffee plants

1.1.6. Absorption and transport of Potassium and sulfur in plants

1.1.6.1. Absorption and transport of **potassium**

1.1.6.2. Absorption and transport of sulfur

1.1.7. Relationship between Potassium and sulfur in plants

1.2. PRACTICAL BASIS OF RESEARCH PROBLEM

1.2.1. The situation of coffee production and consumption in the world and Vietnam

1.2.1.1. In the world

1.2.1.2. In Viet Nam

1.2.2. The situation of using fertilizers in coffee production in Vietnam

1.3. RELATED RESEARCH WORKS

1.3.1. Research results on Potassium for coffee plants

1.3.1.1. In the world

1.3.1.2. In Viet Nam

1.3.2. Research results on sulfur for coffee plants

1.3.2.1. In the world

1.3.2.2. In Viet Nam

CHAPTER 2

RESEARCH SUBJECTS, CONTENTS AND METHODS

2.1. RESEARCH SUBJECTS

2.1.1. Research subjects

- Coffee varieties: Catimor tea variety is popularly grown in Lam Dong province, 14 years old, planting density is 5,000 trees/ha, the average yield is from 2.5 to 3.0 tons/ha/year. The garden is uniform, with tops at the height of 1.5 to 1.6 m.

- Soil: The research experiments were arranged on red-brown soil developed from basalt (red-brown basalt soil) specialized in growing Arabica coffee in Lam Dong province. Chemical properties of the soil before the experiment: $\text{pH}_{\text{KCl}} = 3.64$; $\text{OC} (\%) = 1.84$; $\text{N total} (\%) = 0.08$; $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ total} (\%) = 0.16$; $\text{Total K}_2\text{O} (\%) = 1.04$; $\text{Easily digestible P}_2\text{O}_5 \text{ (mg/100 g soil)} = 6.62$; $\text{Easily digestible K}_2\text{O (mg/100 g soil)} = 12.6$; $\text{S total} (\%) = 0.048$; $\text{Easily digestible S (ppm)} = 29$ (Analysis unit: Faculty of Agronomy, University of Agriculture and Forestry, Hue University).

- Fertilizers: Urea (46% N), fused phosphorus (16% P_2O_5 , 17% MgO, 28% CaO, 24% SiO_2), KCl (60% K_2O), K_2SO_4 (50% K_2O , 18% S), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (20% N, 24% S), NPK 16:16:8+13S (16% N, 16% P_2O_5 , 8% K_2O , 13% S), single superphosphate (16% P_2O_5 , 12% S, 23% CaO), chicken manure (the ingredients listed on the package include 1.72% N; 1.65% P_2O_5 ; 1.21% K_2O ; 2.60% CaO; 0.72% MgO), lime powder (56% CaO).

2.1.2. Research scope

2.1.2.1. Research location

The garden experiments were carried out in Tram Hanh commune, Da Lat city, Lam Dong province. Location (longitude 11.859664, latitude 108.584758); slope $8-10^\circ$

2.1.2.2. Research time

Experiments were carried out from January 2018 to December 2020.

2.2. RESEARCH CONTENT

- Content 1: Study on the effect of potassium and sulfur fertilizer dosage on Arabica coffee **plants grown** on basalt red-brown soil in Lam Dong province (2 crops, 2018 & 2019)

- Content 2: Research on the effects of potassium and sulfur fertilizers on Arabica coffee plants in the commercial stage on red-brown basalt soil in Lam Dong province (2 crops, 2018 and 2019)

- Content 3: Study on the effect of application time and rate of potassium and sulfur fertilizer application on Arabica coffee plants in the commercial stage on basalt red-brown soil in Lam Dong province (1 crop, 2020)

2.3. RESEARCH METHODS

2.3.1. Experimental treatment and method

2.3.1.1. Experiment 1 (Content 1): Studying the effects of potassium and sulfur fertilizers on Arabica coffee plants at the commercial stage on red-brown basalt soil in Lam Dong province.

- Experimental treatments:

Table 2.1. Dosage of potassium and sulfur fertilizers in experimental treatments

Treatment (T)	Dosage of potassium and pure sulfur (kg/ha)
1	240 kg K ₂ O + 90 kg S (Control 1)
2	270 kg K ₂ O + 40 kg S + Basal
3	270 kg K ₂ O + 60 kg S + Basal
4	270 kg K ₂ O + 80 kg S + Basal
5	300 kg K ₂ O + 40 kg S + Basal
6	300 kg K ₂ O + 60 kg S + Basal (Control 2)
7	300 kg K ₂ O + 80 kg S + Basal
8	330 kg K ₂ O + 40 kg S + Basal
9	330 kg K ₂ O + 60 kg S + Basal
10	330 kg K ₂ O + 80 kg S + Basal

Basal (T1): 240 kg N + 120 kg P₂O₅ + 500 kg lime powder + 10 tons of chicken manure/ha. Basal (T2 - T10): 280 kg N + 120 kg P₂O₅ + 500 kg lime powder + 10 tons of chicken manure/ha. Control 1: Apply potassium and sulfur according to farmer's cultivation method (1,500 kg NPK:16:8:16+6S); Control 2: Apply potassium and sulfur to Arabica coffee plants in the commercial stage as recommended by the Ministry of Agriculture and Rural Development (2002) [46].

* Experimental design:

The experiment was set up in a randomized complete block design, 1 factor, with 3 replications. Experimental scale: The number of experimental plots is 30 cells (10 treatments × 3 replicates); each base plot has 20 plants, the area of the base plot is 40 m²; The total experimental area is 1,200 m².

2.3.1.2. Experiment 2 (Content 2): Studying the effects of potassium and sulfur fertilizers on Arabica coffee crops in the commercial stage on red-brown basalt soil in Lam Dong province.

- Experimental treatments:

Table 2.4. Potassium and sulfur form in experimental treatments

Treatment	Potassium and sulfur fertilizers according to the amount of pure fertilizer (kg/ha/year)
1 (Control)	300 kg K ₂ O (KCl) + 60 kg S ((NH ₄) ₂ SO ₄) + Basal
2	300 kg K ₂ O (KCl) + 60 kg S (Supe lân) + Basal
3	60 kg S + 167 kg K ₂ O (K ₂ SO ₄) + 133 kg of K ₂ O missing supplemented from KCl fertilizer + Base
4	60 kg S + 37 kg K ₂ O (NPK:16:16:8+13S) + 263 kg K ₂ O missing supplemented from KCl fertilizer + Base

Basal (T1-3): 280 kg N + 120 kg P₂O₅ + 500 kg lime powder + 10 tons of chicken manure/ha/year; Basal (T4): 206 kg N + 46 kg P₂O₅ + 500 kg lime powder + 10 tons of chicken manure/ha/year.

* Experimental design:

The experiment was set up in a randomized complete block design with 3 replications. Experimental scale: The number of experimental plots is 12 cells (4 treatments x 3 replicates); each base plot has 20 plants, the area of each base plot is 40 m²; The total experimental area is 480 m².

2.3.1.3. Experiment 3 (Content 3): Studying the effect of application time and rate of potassium and sulfur fertilization Arabica coffee plants in the commercial stage on red-brown basalt soil in Lam Dong province.

- Experimental treatments:

Table 2.7. Time of application, rate of potassium and sulfur application in the experimental treatments

Month	Rate of application of potassium and sulfur (%)									
	T1 (Control)		T2		T3		T4		T5	
	K ₂ O	S	K ₂ O	S	K ₂ O	S	K ₂ O	S	K ₂ O	S
3	25	50	25	50	25	50	25		25	
5	25	50	25		25		25	50	25	
7	25		25	50	25		25	50	25	50
9	25		25		25	50	25		25	50

* Experimental design:

The experiment was set up in a randomized complete block design with 3 replications. Experimental scale: The number of experimental plots is 15 cells (5 treatments x 3 replicates); each base plot has 20 plants, the area of each base plot is 40 m²; The total experimental area is 600 m².

2.3.2. Cultivation techniques applied

According to industry standard 10 TCN 527 - 2002, Technical process of planting, caring, and harvesting Arabica coffee plants (Viet Nam Ministry of Agriculture and Rural Development, 2002).

2.3.3. Indicators and monitoring methods

2.3.4. Statistical analysis methods

The collected data were calculated, biologically processed with the average criteria, analyzed by 1-factor ANOVA, LSD_{0.05}, and analyzed by correlation using Statistix 9.0 and Excel 2007 software. The linearity between the dosage of potassium and sulfur fertilizer and the yield of Arabica coffee plants is determined by the value of the correlation coefficient r , specifically as follows: $r \geq 0.8$ is strongly correlated; $0.6 \leq r < 0.8$ relatively tight correlation; $0.4 \leq r < 0.6$ mean correlation; $r < 0.4$ not strong correlation.

CHAPTER 3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1. RESEARCH ON EFFECTS OF POTASSIUM DOSAGE AND SURVEILLANCE ON COFFEE PLANTS ONLY ON BAZAN RED-BROWN LAND IN LAM DONG PROVINCE

3.1.3. Effect of potassium and sulfur dosage on yield and some yield components of Arabica coffee plants

In 2018 (crop 1): The theoretical yield between the experimental treatments fluctuated quite large, from 10.66 to 20.00 tons of fresh ripe fruit/ha/year. Treatment 10 had the highest theoretical yield (20.00 tons of fresh ripe fruit/ha/year), but the difference was not significant with treatments 8 and 9. Treatment 2 had the lowest theoretical yield, highest theoretical yield (20.00 tons of fresh ripe fruit/ha/year) but not significantly different from that of treatment for treatment 8 and 9. Treatment 2 has the lowest theoretical yield (10.66 tons of fresh ripe fruit/ha/year) and is significantly different from all treatments in the experiment. Similar to the theoretical yield, treatment 2 has the lowest theoretical yield. The actual yield is also the lowest (9.06 tons of fresh ripe fruit/ha/year), but the difference is insignificant compared with treatments 1, 3, and 4. Treatment 9 has the highest theoretical yield, the also the highest actual yield (14.68 tons of fresh ripe fruit/ha/year), but the difference is not significant with the treatments 8 and 10. Treatments 8 to 10 had a higher net yield gain than treatment 6 (control 2), from 14.84% to 16.5%. Considering the influence of potassium or sulfur on the actual yield of Arabica coffee in the business stage, the data in Table 3.4 (2018) show that: K₂O fertilization at 300 kg/ha/year actual yield The harvest ranging from 12.25 to 12.60 tons of fresh ripe fruit/ha/year, lower than at 330 kg/ha/year (14.47 to 14.68 tons of fresh ripe fruit/ha/year) but higher than the application rate of 270 kg/ha/year (9.06 to 10.72 tons of fresh ripe fruit/ha/year). At different levels of sulfur fertilization of 40 or 60 or 80 kg/ha/year on the same amount of K₂O as 270 or 300 or 330 kg/ha/year, the actual yield of Arabica coffee plants in the business stage is different. Which is not statistically significant. In 2019 (crop 2): The theoretical yield between the experimental treatments ranged from 15.83 to 20.33 tons of fresh ripe fruit/ha/year. Treatment 2 maintained a lower theoretical yield than other treatments in the experiment (15.83 tons of fresh ripe fruit/ha/year), but the difference was not statistically significant compared with treatments 3 and 4. Treatment 9 has the highest theoretical yield (20.33 tons of fresh ripe fruit/ha/year), but the difference is not statistically significant with treatments 1, 6, 8, and 10. Actual yield between treatments varied considerably from 9.5 to 17.69 tons of fresh ripe fruit/ha/year. Treatment 2, with the lowest theoretical yield, had the lowest net yield (9.5 tons of fresh ripe fruit/ha/year), but the difference was not significant compared with treatment 4. Treatment 9 had the highest actual yield (17.69 tons of fresh ripe fruit/ha/year) which was not significantly different from treatment 8. Treatment 5 and treatments 8 to 10 had a higher net yield increase than treatment control 2, from 3.7% to 21.3%. Considering the influence of potassium or sulfur alone on the actual

yield of Arabica coffee in the business stage, the data in Table 3.4 (in 2019) shows that: K₂O/ha/year at the rate of 300 kg K₂O/ha/year gives actual yield ranging from 12.26 to 14.47 tons of fresh ripe fruit/ha/year, lower than at 330 kg K₂O/ha/year (15.14 to 17.69 tons of fresh ripe fruit/ha/year) but higher than the application rate of 270 kg K₂O/ha/year (9.5 to 10.72 tons of fresh ripe fruit/ha/year).

Table 3.4. Effect of potassium and sulfur dosage on theoretical and actual yield of Arabica coffee in the commercial stage

Treatment	Crop 1 (2018)			Crop 2 (2019)			Actual Yield (tones of kernels/ha) (average 2 crops)
	Theoretical Yield (Tons of fresh ripe fruit/ha)	Actual Yield (tons of fresh ripe fruit/ha)	Increase compared to Control 2 (%)	Theoretical yield (Tons of fresh ripe fruit/ha)	Actual Yield (tons of fresh ripe fruit/ha)	Increase compared to Control 2 (%)	
1 (Control 1)	17,50 ^b	10,87 ^{cd}	-	18,67 ^{abc}	12,42 ^{cd}	-	2,04
2	10,66 ^d	9,06 ^d	-	15,83 ^d	9,50 ^f	-	1,54
3	12,83 ^e	10,07 ^d	-	16,17 ^d	10,08 ^e	-	1,74
4	13,66 ^c	10,72 ^{cd}	-	17,00 ^{cd}	10,72 ^{def}	-	1,88
5	17,50 ^b	12,46 ^c	-	18,33 ^{bc}	14,47 ^{bc}	3,7	2,40
6 (Control 2)	17,66 ^b	12,60 ^{bc}	-	19,17 ^{ab}	13,93 ^{bc}	-	2,33
7	17,66 ^b	12,25 ^c	-	19,67 ^{ab}	12,26 ^{cde}	-	2,30
8	19,50 ^a	14,48 ^{ab}	14,92	19,17 ^{ab}	15,48 ^{ab}	10,0	2,88
9	19,66 ^a	14,68 ^a	16,50	20,33 ^a	17,69 ^a	21,3	3,11
10	20,00 ^a	14,47 ^{ab}	14,84	19,17 ^{ab}	15,14 ^b	7,9	2,84
<i>LSD_{0,05}</i>	0,40	0,92	-	1,85	2,26	-	-

Note: In the same column, the mean values followed by the same letter are not significant at the $\alpha \leq 0.05$ level.

3.1.4. Effect of dosage of potassium and sulfur fertilizers on the shape and size of beans, quality of brewed Arabica coffee

Table 3.6. Effect of potassium and sulfur dosage on the ratio of fresh ripe fruit/beans, volume of 100 fruits and weight of 100 beans of Arabica coffee plants

Treatment	Crop 1 (2018)			Crop 2 (2019)		
	Ratio of fresh ripe fruit/bean	Volume of 100 fresh ripe fruit (cm ³)	Weight of 100 beans (g)	Ratio of fresh ripe fruit/bean	Volume of 100 fresh ripe fruit (cm ³)	Weight of 100 beans (g)
1 (Control 1)	5,93 ^{abc}	98,00 ^b	14,97 ^c	5,47 ^{ab}	104,33 ^{abc}	15,93 ^{cd} _e
2	6,33 ^a	86,67 ^c	13,60 ^d	5,67 ^a	98,67 ^{bc}	14,90 ^e
3	5,97 ^{abc}	80,33 ^c	13,80 ^d	5,67 ^a	95,33 ^c	14,97 ^{de}
4	6,20 ^{ab}	86,33 ^c	14,77 ^c	5,20 ^{abc}	104,33 ^{abc}	15,5 ^{de}
5	5,80 ^{abc}	101,67 ^{ab}	15,03 ^c	5,53 ^{ab}	104,67 ^{abc}	16,1 ^{bcd}
6 (Control 2)	5,67 ^{bc}	100,00 ^{ab}	15,33 ^{bc}	5,40 ^{abc}	103,67 ^{abc}	15,4 ^{de}
7	5,73 ^{abc}	99,67 ^b	15,30 ^{bc}	5,50 ^{ab}	102,00 ^{abc}	15,7 ^{cde}
8	5,47 ^c	104,67 ^{ab}	16,03 ^{ab}	5,07 ^{bc}	105,33 ^{ab}	16,7 ^{abc}
9	5,57 ^c	107,00 ^a	16,07 ^{ab}	5,07 ^{bc}	108,67 ^a	16,8 ^{ab}

Treatment	Crop 1 (2018)			Crop 2 (2019)		
	Ratio of fresh ripe fruit/ bean	Volume of 100 fresh ripe fruit (cm ³)	Weight of 100 beans (g)	Ratio of fresh ripe fruit/ bean	Volume of 100 fresh ripe fruit (cm ³)	Weight of 100 beans (g)
10	5,60 ^{bc}	99,67 ^b	16,47 ^a	4,93 ^c	107,33 ^{ab}	17,1 ^a
<i>LSD</i> _{0,05}	0,28	7,10	0,39	0,49	9,80	0,90

Note: In the same column, the mean values followed by the same letter are not significant at the $\alpha \leq 0.05$ level.

In 2018 (crop 1): The ratio of fresh ripe fruit to **bean** between the treatments ranged from 5.47 to 6.33; treatment 2 has the highest ratio of fresh ripe fruit to the **bean** and is significantly different from treatment 6; The other treatments in the experiment had no significant difference in the ratio of fresh ripe fruit to the **bean** compared with the treatment 6. One hundred coffee beans in the treatments ranged from 13.6 to 16.47 grams. Treatment 10 has a higher weight of 100 coffee beans, and the difference is statistically significant compared with treatment 6. The weight of 100 coffee beans in treatments 2 and 3 is lower, and the difference is significant compared with the **treatment 6**.

In 2019 (crop 2): The ratio of fresh ripe fruit to bean ranged from 4.93 to 5.67; treatments 2 and 3 had the highest ratio of fresh ripe fruits to beans (5.67) and were significantly different from treatments 8 to 10. Treatment 6 had a ratio of fresh ripe fruits to beans of 5.4 but was not significantly different from other treatments in the experiment. The weight of 100 coffee beans ranges from 14.9 to 17.1 grams. Treatment 10 has the highest mass of 100 coffee beans but is not significantly different from treatments 8 and 9. Treatment 6 has a mass of 100 beans of 15.4 grams and is significantly different from treatments 8 to 10. From the results of analyzing caffeine content and assessing the quality of **brewed Arabica coffee** in Table 3.7, we found that the experimental Treatment caffeine content ranged from 1.26 (Treatment 8) to 1, 35% (Treatment 3). Treatment 2, 4, 6, and Treatment 8 to 10 have caffeine content ranging from 1.26 to 1.31%, lower than Treatment 6 (1.32%). **Brewed coffee quality:** All treatments were graded from very good to excellent coffee quality, with total beans ranging from 79.9 points (Treatment 5) to 80.7 points (Treatment 10), treatment 9 and 10 give more exceptional drinking water quality than other treatments.

Table 3.7. Effects of potassium and sulfur dosage on **the quality of brewed arabica coffee tree.**

Treatment	Caffein (%)	Smell	Taste	Aftertaste	Sour	Sweet	Physical	Harmony	Cleanliness	Uniformity	Overall	Sum	Classification
1 (Control 1)	1,27	7,9	7,7	7,9	5,6	6,5	7,4	7,9	10,0	10,0	8,3	79,2	Very Good
2	1,31	8,1	8,0	7,7	5,4	6,1	7,9	7,9	10,0	10,0	7,7	78,8	Very Good
3	1,35	8,1	7,9	8,2	5,8	6,5	7,4	8,0	10,0	10,0	8,0	79,9	Very Good
4	1,29	7,6	7,7	7,9	6,3	5,9	7,9	7,9	10,0	10,0	7,6	78,8	Very Good
5	1,32	7,8	8,0	6,5	5,4	5,7	7,8	7,9	10,0	10,0	7,8	76,9	Very Good
6 (Control 2)	1,32	7,7	7,9	8,1	5,7	5,8	7,3	7,9	10,0	10,0	8,1	78,5	Very Good
7	1,30	7,7	7,6	7,7	5,7	5,7	7,3	7,5	10,0	10,0	7,9	77,1	Very Good
8	1,26	8,1	7,7	7,8	5,7	6,5	8,0	8,0	10,0	10,0	8,2	80,0	Very Good
9	1,28	8,2	8,0	8,2	6,0	5,8	7,5	8,3	10,0	10,0	8,3	80,3	Excellent
10	1,29	8,1	8,2	8,2	5,8	6,5	7,8	8,0	10,0	10,0	8,1	80,7	Excellent

3.1.5. Effects of potassium and sulfur dosages on the economic efficiency of Arabica coffee tree in the business stage

Table 3.8. Effect of potassium and sulfur dosage on total production cost, total production value and profit of Arabica coffee crops

Treatment	Actual Yield (tons of fresh ripe fruit/ha)	Actual Yield (tones of beans/ha)	Total production value (million VND/ha)	Total production cost (million VND/ha)	Profit (million VND/ha)	Profit margin (%)
1 (Control 1)	11,65	2,04	153,00	120,11	32,89	27,4
2	9,28	1,54	115,50	106,01	9,49	8,9
3	10,08	1,74	130,50	110,14	20,36	18,5
4	10,72	1,88	141,00	113,47	27,53	24,3
5	13,47	2,40	180,00	127,34	52,66	41,4
6 (Control 2)	12,90	2,33	174,75	124,62	50,13	40,2
7	12,25	2,30	172,50	121,12	51,38	42,4
8	14,98	2,88	216,00	135,27	80,73	59,7
9	16,19	3,11	233,25	134,75	98,50	73,1
10	14,80	2,84	213,00	134,63	78,37	58,2

Note: The average wholesale price of Arabica coffee in Da Lat in 2018 and 2019 was 75,000 VND/Kg

Total production value: Treatments 8, 9, 10 have a higher total production value than other treatments in the experiment. Treatment 9 gives the highest total production value (233.25 million VND/ha); Treatment 2 has the lowest total production value (115.5 million VND/ha). This result showed that potassium application at 330 kg K₂O/ha combined with sulfur fertilizer at 40 or 60 or 80 kg S/ha/year significantly impacted net yield and **total production value**. Total production cost: When increasing the amount of potassium or sulfur fertilizer, the production cost also increases; the total production cost between the treatments ranges from 106.01 to 135.27 million VND/ha. Treatments 8, 9, and 10 have the most outstanding total production costs, an increase of 8% compared to treatment 6. Profit: Profits in treatments fluctuate enormously, from 9.49 million VND/ha (treatment 2) to 98.50 million VND/ha. Treatment 9 has the highest profit, corresponding to the highest profit margin (73.1%) due to its high net yield and reasonable investment costs. Treatment 2 has the lowest profit corresponding to the lowest profit margin and reaches 8.9% due to potassium and sulfur application having the most negligible impact on actual yield and total production value. Considering each level of potassium fertilizer separately: At the level of 270 kg K₂O/ha when increasing the amount of sulfur from 40 to 80 kg S/ha, the profit increases from 9.49 to 27.53 million VND/ha; At the rate of fertilizing 300 kg K₂O/ha/year or 330 kg K₂O/ha, when increasing the amount of sulfur from 40 to 80 kg S/ha, the profit increase or decrease is not clear. At the same level of 40 kg S or 60 kg S or 80 kg S/ha, when increasing the amount of potassium from 270 to **330 kg** K₂O/ha, the profit increases and is proportional to the amount of K₂O applied.

3.1.6. Effect of potassium and sulfur dosage on some chemical properties of red basalt soil for Arabica coffee cultivation

Soil acidity (pH_{KCl}): The exchange acidity of the soil after the experiment in all the treatments was in the very acidic range, ranging from 3.65 (treatment 4) to 3.75 (treatment 10) but still within the tolerance limit of the coffee plant. Soil organic carbon (OC%): After the experiment, soil organic carbon increased from 2.12% (treatment 1) to 2.36% (treatment 10) and was higher than that of **organic carbon** before the experiment (1.84%) and at medium level. Total protein (N%): After the experiment, the total protein in the experimental treatments increased but not significantly, from 0.09 to 0.13%, and remained at an average level. Total phosphorus ($\text{P}_2\text{O}_5\%$): After the experiment, the total phosphorus in all the experimental treatments increased compared to before, ranging from 0.16 to 0.21%, and **was at rich level**. Total potassium ($\text{K}_2\text{O}\%$): Total potassium in the soil in the experimental treatments increased compared to before the experiment, ranging from 1.07 to 1.23%. Treatment 10 has the highest total potassium level of 1.23% and has shifted from average towards total potassium richness; Treatment 1 had the lowest total potassium of 1.07% due to the lowest amount of potassium fertilizer. Thus, increasing the amount of potassium fertilizer from 270 kg to 330 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{year}$ improves total potassium in the soil. Easy-to-digest potassium content: Before the experiment, the easily digestible potassium content in the soil was at an average level; After the experiment, the easily digestible potassium content tended to increase when increasing the amount of potassium fertilizer between the experimental treatments. At the fertilization rate of 240 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{year}$ (treatment 1), the easily digestible potassium content changed but not significantly (12.9 mg/100 g soil); At the fertilization rate of 270 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{year}$, the easily digestible potassium content in the soil increased from 13.1 to 13.9 mg/100 g of soil; at the rate of 300 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{year}$, the easily digestible potassium content increased higher (14.1 to 14.7 mg/100 g of soil); At the fertilization rate of 330 kg $\text{K}_2\text{O}/\text{ha}/\text{year}$ in combination with 80 kg of S, the digestible potassium content increased the highest (15.2 to 16.4 mg/100 g of soil) and was moderate. Total sulfur (S%): After the experiment, the total sulfur ranged from 0.049 (treatment 6) to 0.062% (treatment 4). **Increasing** the number of sulfur-containing fertilizers **is increasing** from 40 to 80 kg, the total sulfur concentration in the soil increased. However, applying a lot of sulfur-containing fertilizers will affect the soil's acidity and the absorption of nutrients by coffee plants. Digestible sulfur concentration (ppm): The digestible sulfur concentration after the experiment in the treatments ranged from 25 ppm (treatment 3) to 32 ppm (treatment 10). When increasing the number of sulfur-containing fertilizers from 40 to 80 kg S/ha/year, the concentration of easily digestible sulfur in the soil also increased but not significantly compared to before the experiment.

Table 3.9. Effect of potassium and sulfur dosage on some chemical properties in red-brown basalt soil for Arabica coffee cultivation

Treatment	pH _{KCl}	OC (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (mg/100 g)	K ₂ O (mg/100 g)	S (%)	S (ppm)
1 (Control 1)	3,66	2,12	0,09	0,18	1,07	7,1	12,9	0,055	31
2	3,67	2,26	0,11	0,16	1,11	6,8	13,1	0,058	26
3	3,67	2,22	0,10	0,17	1,10	6,9	13,4	0,051	25
4	3,65	2,31	0,12	0,21	1,13	7,0	13,9	0,062	28
5	3,68	2,18	0,12	0,16	1,15	7,2	14,3	0,056	27
6 (Control 2)	3,69	2,30	0,11	0,16	1,14	6,7	14,1	0,049	29
7	3,71	2,32	0,13	0,19	1,15	6,9	14,7	0,051	30
8	3,70	2,35	0,10	0,20	1,18	6,6	15,2	0,050	28
9	3,72	2,33	0,10	0,21	1,20	6,7	16,1	0,053	29
10	3,75	2,36	0,12	0,20	1,23	6,5	16,4	0,054	32

3.2. RESEARCH ON EFFECTS OF POTASSIUM AND **SULFUR** FORM ON **ARABICA** COFFEE ONLY IN THE BUSINESS STAGE ON **BAZAN RED-BROWN** SOIL OF LAM DONG PROVINCE

3.2.3. Effects of potassium and sulfur fertilizers on some factors constituting yield and yield of Arabica coffee in the commercial stage on basalt red-brown soil in Lam Dong province

In 2018, the theoretical yield of Arabica coffee plants in the experimental treatments ranged from 17.5 to 22.2 tons of fresh ripe fruit/ha; treatment 3 applied $K_2SO_4 + KCl$ with the highest theoretical yield (22.2 tons of fresh ripe fruit/ha). **Which was** statistically significant difference was compared with other treatments in the experiment. Treatment 2 applied $KCl +$ superphosphate, and treatment 4 applied $NPK + S$ with the lowest theoretical yield of 17.5 and 17.7 tons of fresh ripe fruit/ha, respectively, but the difference was not statistically significant. Actual yield ranged from 13.8 to 15.6 tons of fresh ripe fruit/ha; treatment 3 applied $K_2SO_4 + KCl$ with the highest theoretical yield, the highest actual yield (15.6 tons of ripe **fruit/ha**), an increase of 8.3% compared to the treatment 1 (14.1 tons of fresh ripe fruit/ha).

Table 3.13. Effects of potassium and sulfur fertilizers on theoretical and actual yield of Arabica coffee in the commercial stage

Treatment	Crop 1 (2018)			Crop 2 (2019)			Actual Yield (tons of bean/ha) (Average 2 crops)
	Theoretical Yield (tons of fresh ripe fruit/ha)	Actual Yield (tons of fresh ripe fruit/ha)	Increase compared to control (%)	Theoretical yield (tons of fresh ripe fruit/ha)	Actual Yield (tons of fresh ripe fruit/ha)	Increase compared to control (%)	
1 (Control)	20,3 ^b	14,1 ^b	-	19,3 ^b	14,2 ^c	-	2,94
2	17,5 ^c	14,4 ^{ab}	-	18,5 ^{bc}	16,2 ^b	14,1	3,06
3	22,2 ^a	15,6 ^a	8,3	23,5 ^a	17,4 ^a	22,5	3,40
4	17,7 ^c	13,8 ^b	-	16,5 ^c	13,6 ^c	-	2,68
<i>LSD</i> _{0,05}	1,57	1,18	-	2,02	1,14	-	-

Note: In the same column, the mean values followed by the same letter are not significant at the $\alpha \leq 0.05$ level.

In 2019, the theoretical and actual yield of Arabica coffee plants tended to be higher than that of 2018. The theoretical yield ranged from 16.5 to 23.5 tons of **fresh ripe fruit/ha**, treatment 3 continued to have the highest theoretical yield (23.5 tons of fresh ripe fruit/ha) and was significantly different from other treatments in the experiment. Treatment 4 has the lowest theoretical yield (16.5 tons of fresh ripe fruit/ha) but is not different from treatment 2 (18.5 tons of fresh ripe fruit/ha). Similar to the theoretical yield, the highest net yield was also shown in treatment 3 applying $K_2SO_4 + KCl$ (17.4 tons of fresh ripe fruit/ha), an increase of 22.5% compared to the control treatment (14.2 tons of fresh ripe fruit/ha), followed by treatment 2 applying $KCl +$ superphosphate with a net yield of 16.2 tons of fresh ripe fruit/ha, an increase of 14.1% compared to the control treatment. The exact amount of fertilizer is 300 kg

K₂O + 60 kg S. However, in different forms of potassium and sulfur fertilizers, the actual yield obtained in different experimental treatments are different, and besides the potassium and sulfur ingredients, in superphosphate there are also. Other components such as CaO, MgO, and SiO₂ help plants better tolerate and photosynthesize or the trace content (Zn, B, Cu, Fe) in NPK + S fertilizer supports favorable growth development of plants.

3.2.4. Effects of potassium and sulfur fertilizers on the shape and size of beans and drinking water quality of brewed Arabica coffee plants in the commercial stage on red-brown basalt soil in Lam Dong province

Table 3.15. Effects of potassium and sulfur fertilizers on the volume of 100 fruits, the ratio of fresh ripe fruit/bean, and the weight of 100 beans of Arabica coffee

Treatment	Crop 1 (2018)			Crop 2 (2019)		
	Volume of 100 fresh ripe fruit (cm ³)	Ratio of fresh ripe fruit/bean	Weight of 100 beans (g)	Volume of 100 fresh ripe fruit (cm ³)	Ratio of fresh ripe fruit/bean	Weight of 100 beans (g)
1 (ĐC)	106,0 ^a	5,2 ^{ab}	15,7 ^{ab}	100,3 ^b	4,4 ^c	16,8 ^a
2	102,7 ^b	5,1 ^b	14,8 ^b	103,3 ^{ab}	4,9 ^{ab}	14,8 ^b
3	98,7 ^c	4,9 ^c	16,3 ^a	99,3 ^b	4,6 ^{bc}	16,7 ^a
4	107,3 ^a	5,3 ^a	13,6 ^c	107,3 ^a	4,9 ^a	14,6 ^b
<i>LSD</i> _{0,05}	3,03	0,14	1,04	3,82	0,24	1,36

Note: In the same column, the mean values followed by the same letter are not significant at the $\alpha \leq 0.05$ level.

In 2018: The volume of 100 fresh ripe fruits ranges from 98.7 to 107.3 cm³, treatment 3 has the smallest volume of 100 fresh ripe fruits of 98.7 cm³, and the difference is statistically significant with all other treatments. Treatment 4 has an enormous volume of 100 fruits (107.3 cm³) but is not significantly different from treatment 1 (106.0 cm³). Similar to the volume of 100 fresh ripe fruit, the ratio of fresh ripe fruit/bean ranged from 4.9 to 5.3; treatment 3 had the lowest ratio of fresh ripe fruit/bean (4.9) and was significantly different from that of treatments 1, 2 and 4. Treatment 4 fertilizing with NPK + S, had the highest ratio of fresh ripe fruits/bean (5.3) but not different from the treatment 1 KCl + SA application (5.2). The mass of 100 beans ranges from 13.6 to 16.3 g. Treatment 3 applying K₂SO₄ + KCl with the most enormous mass of 100 beans (16.3 g), had an increase of 3.7% compared to treatment 1 (15.7 g) but the difference was not statistically significant. Treatment 4 has the smallest mass of 100 beans (13.6 g) and is significantly different from treatments 1, 2, and 3 in the experiment. In 2019: The volume of 100 fruits ranged from 99.3 to 107.3 cm³; treatment 3 applied K₂SO₄ + KCl with the smallest volume of 100 fruits (99.3 cm³) but not significantly different from the work. Treatment 1 applying KCl + SA (100.3 cm³), and treatment 2 applying KCl + superphosphate (103.3 cm³). Treatment 4 applying NPK + S had the largest volume of 100 fruits (107.3 cm³) and only had statistically significant difference compared to treatment 3. The fresh ripe fruit/bean ratio ranged from 4.4 to 4.9; treatment 1 has a fresh/bean

ratio of 4.4 but the difference is not statistically significant with treatment 3 (4.6). Treatment 4 and treatment 2 had the most significant fresh ripe fruit/bean (4.9) and were not statistically different. The mass of 100 beans ranges from 14.6 to 16.8 g, which is 6.5 to 7.8% higher than that of 2018. Treatment 1 applied KCl + SA with an enormous mass of 100 beans (16.8 g) but was not statistically different from the treatment 3 applying K_2SO_4 + KCl (16.7 grams). Treatment 4 applied NPK + S with the most negligible weight of 100 beans (14.6 grams) and was not statistically different from treatment 2 applying KCl + superphosphate (14.8 grams). The evaluation results of the brewed coffee quality of the experimental treatments in Table 3.16 showed that: The potassium and sulfur fertilizer formulations in different forms in the experiment had perceived brewed coffee quality ranging from very good to excellent, with a total bean ranging from 77.8 points (treatment 1 applying KCl + SA or treatment 2 applying KCl + superphosphate) to 80.7 points (treatment 3 applying K_2SO_4 + KCl). Treatment 3 has the best brewed coffee quality compared to other treatments in the experiment. In this study, K_2SO_4 gave the best quality of brewed coffee; the results of this study are similar to the research results of Snoeck and Lambot (2004).

3.2.5. Effects of potassium and sulfur fertilizers on the economic efficiency of Arabica coffee at the commercial stage on basalt red-brown soil in Lam Dong province

Total production value: Treatment 3 fertilizing K_2SO_4 + KCl gave the highest total income (255.00 million VND/ha), an increase of 15.64% compared to treatment 1 applying KCl + SA (220.50 million VND/ha). Treatment 4 with NPK + S fertilizer had the lowest total production value (201.00 million VND/ha), a decrease of 8.84% compared to treatment 1 (control). Treatment 3 has the highest yield of green coffee resulting in the highest total production value. Total production cost: Treatment 3 applying K_2SO_4 + KCl also had the highest total production cost (145.94 million VND/ha), followed by treatment 2 applying KCl + superphosphate (135.84 million VND/ha) and the lowest is treatment 4 applying NPK + S (VND 126.07 million/ha). Treatment 3 has a higher cost of purchasing K_2SO_4 fertilizer than other potassium-containing fertilizers and has the highest net yield, so the total production cost is the highest. Profit: Profit ranges from 74.93 million VND/ha (Treatment 4) to 109.06 million VND/ha (Treatment 3). Treatment 3 applied K_2SO_4 + KCl with the highest profit and increased by 17.03% compared to treatment 1 (control), and at the same time, the profit rate of K_2SO_4 + KCl fertilizer treatment was also very high (74.7%) due to the highest actual yield and reasonable investment costs. Treatment 4 has the lowest profit (74.93 million VND/ha and the lowest profit margin (59.4%). Thus, at the same fertilization level of 300 kg K_2O combined with 60 kg S/ha, K_2SO_4 + KCl fertilizers gave a higher total production value and profit than other forms of potassium and sulfur-containing fertilizers in the experiment, so it is recommended to apply potassium fertilizer combined with sulfur in the form of K_2SO_4 + KCl according to a ratio of 1.26: 1 to achieve the highest profit in coffee production on red-brown basalt soil in Lam Dong province.

Table 3.17. Effects of potassium and sulfur fertilizers on total production costs, total production value, and profit of Arabica coffee crops

Treatment	Actual yield (tons of fresh ripe fruit/ha)	Actual yield (tons of bean/ha)	Total production value (million VND/ha)	Total production cost (million VND/ha)	Profit (million VND/ha)	Profit margin (%)
1 (Control)	14,15	2,94	220,50	127,31	93,19	73,2
2	15,30	3,06	229,50	135,84	93,66	69,0
3	16,50	3,40	255,00	145,94	109,06	74,7
4	13,70	2,68	201,00	126,07	74,93	59,4

Note: The average **wholesale price** of Arabica coffee in Da Lat in 2018 and 2019 was 75,000 VND/kg.

3.2.6. Effects of potassium and sulfur fertilizers on some chemical properties of red-brown basalt soil for Arabica coffee cultivation in Lam Dong province

Table 3.18. Effects of potassium and sulfur fertilizers on some chemical properties in red-brown basalt soil for Arabica coffee cultivation

Treatment	pH _{KCl}	OC (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (mg/100 g)	K ₂ O (mg/100 g)	S (%)	S (ppm)
1 (Control)	3,67	2,16	0,09	0,21	1,11	6,7	13,6	0,053	30
2	3,65	2,11	0,08	0,21	1,10	6,9	13,7	0,051	32
3	3,71	2,19	0,10	0,19	1,12	7,1	13,8	0,052	30
4	3,68	2,22	0,09	0,19	1,11	6,8	13,5	0,058	35

Soil acidity (pH_{KCl}): Before the experiment, pH_{KCl}= 3.64, the soil was very acidic; After the experiment, pH_{KCl} in the treatments ranging from 3.65 to 3.71 changed but remained in the very acidic range. Potassium and sulfur fertilization in the form of K₂SO₄ + KCl did not change the acidity of coffee soil in Lam Dong province. Soil organic carbon (OC%): Soil organic carbon is a significant factor affecting the yield and quality of coffee gardens because it is closely related to the criteria of soil **fertility** (Nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur) **at** the same time, makes the soil structure porous and airy. In the experimental treatments, the organic carbon in the red-brown basalt soil ranged from 2.11 to 2.22% higher than before the experiment (1.84%) but still at an average level. Total nitrogen (N%): Before the experiment, the red-brown basaltic soil for Arabica coffee cultivation had a poor level of total nitrogen (0.08%); After the experiment, the total protein in the experimental treatments changed but was not significant, increasing from 0.08% (treatment 2) to 0.1% (treatment 3) but still at the poor level of total protein. Total phosphorus (P₂O₅%): Before the experiment, total phosphorus in basalt red-brown soil was rich (0.16%); After the experiment, total phosphorus in all treatments increased significantly and ranged from 0.19 to 0.21% and remained rich in total phosphorus. Total potassium content (K₂O%): Before the experiment, the total K₂O content was 1.04% and **at average level**; After the experiment, the total

K₂O content in the soil in the experimental treatments increased and ranged from 1.10 to 1.12%. The K₂SO₄ + KCl fertilizer treatment had the most significant improvement in the total K₂O content in the soil (1.12%). Content of easily digestible potassium: The K₂O content after the experiment ranged from 13.5 to 13.8 mg/100 g of soil; the difference was from 0 to 0.3 mg of K₂O/100 g of soil compared to remaining at the same level as before the experiment. Total sulfur (S%): Before the experiment, the total sulfur content was 0.048% and at the level of sulfur deficiency; After the experiment, the total sulfur content ranged from 0.051 to 0.058% in the experimental treatments. Treatment 4 applied NPK + S with the highest total sulfur content (0.058%), and the treatment applied KCl + superphosphate with the lowest total sulfur content (0.051%). Digestible Sulfur Concentration: After the experiment, the readily available sulfur concentration in the formulations ranged from 30 to 35 ppm. Treatment 3 applied K₂SO₄ + KCl with a readily digestible sulfur concentration of 30 ppm equivalent to treatment 1 applying KCl + SA.

3.3. RESEARCH ON THE EFFECT OF FERTILIZATION TIME POTASSIUM AND SULFUR ON COFFEE TREE ONLY AT BUSINESS ON BAZAN RED-BROWN SOIL IN LAM DONG PROVINCE

3.3.3. Effects of application time and rate of potassium and sulfur fertilizer application on some yield components and yield of Arabica coffee plants in the commercial stage on basalt red-brown soil in Lam Dong province

Table 3.22. Effect of application time and rate of potassium and sulfur fertilization on theoretical and actual yield of Arabica coffee plants

Treatment	Theoretical Yield (tons of fresh ripe fruit/ha)	Actual yield (tons of fresh ripe fruit/ha)	Increase compared to control (%)	Actual yield (tons of bean /ha)
1 (Control)	19,67 ^{bc}	16,33 ^{bc}	-	3,04
2	21,83 ^{ab}	16,83 ^{ab}	2,97	3,30
3	22,17 ^a	17,91 ^a	8,82	3,65
4	19,00 ^c	15,33 ^c	-	3,06
5	19,17 ^c	15,58 ^c	-	2,93
<i>LSD</i> _{0,05}	2,28	1,56	-	-

Note: In the same column, the mean values followed by the same letter are not significant at the $\alpha \leq 0.05$ level.

The results in Table 3.22 show that the experimental treatments' theoretical yield ranged from 19 to 22.17 tons of fresh ripe fruit/ha. There was a statistically significant difference at the level of $\alpha \leq 0.05$. The treatment had the highest theoretical yield (22.17 tons of fresh ripe fruit/ha) and was significantly different from treatments 1, 4, and 5. Treatment 2 had a net yield of 21.83 tons of **fresh ripe fruit**. New ripeness/ha, lower than treatment 3, but the difference was not statistically significant. Similar to the theoretical yield, the actual yield in treatment 3 was also the highest (17.91 tons of fresh ripe fruit/ha), an increase of 8.82% compared to the control treatment 1, and the difference **was statistically compared** with treatments 1,

4, and 5. Treatment 2 had a net yield of 16.83 tons of fresh ripe fruit/ha, an increase of 2.97% compared to the control treatment, but the difference **was not statistically**.

3.3.4. Effect of application time and rate of potassium and sulfur fertilization on the shape, size of beans and quality of **brewed** Arabica coffee in the commercial stage on basalt red-brown soil in Lam Dong province

According to authors Ton Nu Tuan Nam and Truong Hong (1999), coffee fruit dropping occurs in the rapid fruit development stage (from the 3rd to the 5th month after the flower blooms, the middle of the rainy season in the Central Highlands) because result, the plant is not provided with adequate nutritional elements (N, P, K) on time. On the other hand, coffee plants at the coffee fruit stage **accumulating** dry matter and form the **bean** (from the 6th to the eighth month after the flower blooms, at the end of the rainy season in the Central Highlands) **need sufficient nutrients to accumulate** dry matter accumulation in the bean (the bean accounts for 75% of the nutrient content of the fruit; 95% of the nutrients in the bean are minerals such as N, P, K, S. In this experiment, treatment 3 applied. Potassium fertilizer four times (each time fertilizing 25% K₂O, applied on March, **May, July and September**) combined with sulfur fertilizer two times (each time was applying 50% S in March and 9) suitable **for the development stage** of the coffee plant, so the quality of the **bean** has also been improved. The caffeine content ranged from 1.25 to 1.41%, and the difference was not significant. Treatment 4 has the lowest caffeine content (1.25%), and treatment 5 has the highest (1.41%). The experimental treatments **brewed** Arabica coffee quality ranged from good to excellent, with scores ranging from 79.1 to 81.5. Treatment 3 and control treatment 1 had a total score of > 80.0 and perceived the best taste.

3.3.5. Effect of application time and rate of potassium and sulfur fertilization on the economic efficiency of Arabica coffee in the commercial stage on basalt red-brown soil in Lam Dong province

Table 3.25. Effect of time of application and rate of potassium and sulfur fertilizer application on total production value, total production cost, profit, and profit rate of Arabica coffee in the business stage

Treatment	Actual Yield (tons of fresh ripe fruit/ha)	Actual Yield (tonnes of beans /ha)	Total production value (million VND/ha)	Total production cost (million VND/ha)	Profit (million VND/ha)	Profit margin (%)
1 (Control)	16,33	3,04	243,20	141,39	101,80	72,0
2	16,83	3,30	264,00	146,74	117,26	79,9
3	17,91	3,65	292,00	152,64	139,36	91,3
4	15,33	3,06	244,80	136,16	108,64	79,8
5	15,58	2,93	234,40	140,99	93,41	66,3

The results in Table 3.25 show that: The total production value between the treatments ranged from 234.40 to 292.00 million VND/ha. Treatment 3 has the highest total production value, increasing 20.07% compared to treatment 1 (243.20 million VND/ha). The treatments 2, 4, and 5 have a total production value ranging

from 234.4 million VND/ha (treatment 5) to 264.00 million VND/ha (treatment 2). The main variation in total production value between the experimental treatments is mainly due to the different actual yields. Total production costs ranged from 136.16 million VND/ha (treatment 4) to 152.64 million VND/ha (treatment 3). Treatment 3 had the most significant total production cost, an increase of 7.96% compared to the control treatment due to the higher cost of harvesting and preliminary processing of fresh ripe fruit. Profit and profit margin: Because the price of Arabica coffee **beans** in 2020 and the **bean** yield of the whole experimental coffee garden were higher than in 2018 and 2019, **therefore** the profit between the experimental treatments was higher and fluctuated from 93.41 million VND/ha (Treatment 5) to 139.36 million VND/ha (Treatment 3). Treatment 5 has the lowest profit (93.41 million VND/ha), so the profit margin is also the lowest (66.3%). On the other hand, treatment 3 has the highest profit, so the profit margin is also the highest (91.3%).

CHAPTER 4 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

4.1. CONCLUSIONS

Based on fertilizer 280 kg N + 120 kg P₂O₅ + 500 kg lime powder + 10 tons of rotting chicken manure/ha, some conclusions on the use of potassium and sulfur fertilizers are as follows:

1. The reasonable dose of potassium and sulfur fertilizers for Arabica coffee plants in the business stage is 330 kg K₂O and 60 kg S, giving an average yield of 2 crops (2018 and 2019) of 16.19 tons of **fresh ripe fruit/ha** (equivalent to 3.11 tons of **bean/ha**); The quality of the **beans** was higher, and the quality of **the brewed coffee was good**, the average profit was 98.5 million VND/ha, and some chemical parameters of the red-brown basalt soil were improved.

2. The most effective form of potassium and sulfur fertilizer is K₂SO₄ + KCl (in the ratio of 1.26: 1.0) with a total supply of 330 kg K₂O/ha + 60 kg S/ha; the average net yield of 2 crops (2018 and 2019) is 16.5 tons of fresh ripe fruit/ha (equivalent to 3.40 tons of **beans/ha**); The **bean** quality is high, and **the brewed coffee** quality is good, the average profit is 109.06 million VND/ha, and the chemical properties of the red-brown basalt soil are maintained.

3. The appropriate time of rate of potassium and sulfur fertilization is: Apply potassium fertilizer four times (each time apply 25% K₂O, apply in the months of 3, 5, 7, and 9) combined with sulfur fertilizer **2 times** (each application of 50% S in March and September) with a total supply of 330 kg K₂O/ha + 60 kg S/ha in the form of K₂SO₄ + KCl; for the actual yield in 2020 is 17.91 tons of fresh ripe fruit/ha (equivalent to 3.65 tons of **beans/ha**); **bean** quality is high, and **brewed coffee quality** is good, profit is 139.36 million VND/ha and chemical properties of red-brown basalt soil are maintained.

4.2. SUGGESTION

1. It is recommended to apply the dosage of 330 kg K_2O and 60 kg S in the form of $K_2SO_4 + KCl$ (in the ratio of 1.26: 1) and 280 kg N + 120 kg P_2O_5 + 500 kg lime powder + 10 tons of rotting chicken manure /ha/year.

2. Develop demonstration models and open technical training courses and field trips to serve as the basis for propaganda and replication.

3. Continue to expand the research contents (varieties, density, organic fertilizers, and micronutrients) and implement in many different locations in order to complete the process of growing Arabica coffee in the business stage on brown-red basalt soil Lam Dong province.

LIST OF SCIENTIFIC WORKS OF THE THESIS AUTHOR

1. **Duong Cong Bang**, Hoang Thi Thai Hoa, Le Thanh Bon, Nguyen Kim Chi (2020). *Effects of potassium and sulfur dosages on tea and coffee crops in the commercial stage on basalt soil in Lam Dong province*, Science Journal of Hue University: Agriculture and Rural Development; pISSN: 2588-1191; eISSN: 2615-9708; vol. 129, No. 3B, p. 1-12; DOI: 10.26459/hueuni-jard.v128i3C.5125
2. **Duong Cong Bang**, Hoang Thi Thai Hoa, Le Thanh Bon, Nguyen Kim Chi (2021). *Effects of potassium and sulfur forms on Arabica coffee crops in the commercial stage on basalt soil in Lam Dong province*, Science Journal of Hue University: Agriculture and Rural Development; pISSN: 2588-1191; eISSN: 2615-9708; vol. 130, No. 3A, p. 6-17.