

DOI:10.22144/ctu.jvn.2023.104

PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TỪ CÁC VƯỜN BƯỞI DA XANH (*Citrus maxima* Burm. Merr.) CANH TÁC THEO TIÊU CHUẨN THỰC HÀNH NÔNG NGHIỆP TỐT CỦA VIỆT NAM VÀ CANH TÁC THÔNG THƯỜNG

Nguyễn Thu Hiền¹ và Lê Trần Thanh Liêm^{2*}

¹Khoa Sinh học và Môi trường, Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh

²Khoa Phát triển Nông thôn, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Lê Trần Thanh Liêm (email: lttliem@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 15/12/2022

Ngày nhận bài sửa: 05/03/2023

Ngày duyệt đăng: 13/03/2023

Title:

Greenhouse Gases Emission from Vietnamese Daxanh Pomelo (*Citrus maxima* Burm. Merr.) Orchards Under Vietnam Good Agricultural Practices Standards and Conventional Cultivation

Từ khóa:

Bưởi da xanh, khí nhà kính, phát thải trong trồng trọt, VietGAP

Keywords:

Daxanh pomelo, greenhouse gases, horticultural emission, VietGAP

ABSTRACT

Daxanh pomelo (*Citrus maxima* Burm. Merr.) is a special fruit product with high economic value, and the cultivated area keeps increasing. Therefore, agricultural inputs were supplied to the cultivation through agricultural activities to achieve fruit productivity. The inputs production depends on natural resources exploitation and greenhouse gases (GHGs) emissions into the atmosphere. The life cycle assessment methodology was used to estimate emitted GHGs through agricultural inputs provided for 55 conventional Daxanh pomelo orchards, and 55 orchards applied the Vietnam Good Agricultural Practices (VietGAP) standards. The results showed that conventional Daxanh pomelo orchards emitted $3,996.1 \pm 888.5 \text{ kg-CO}_2\text{e ha}^{-1}$, higher than VietGAP Daxanh pomelo orchards ($2,688.7 \pm 994.7 \text{ kg-CO}_2\text{e ha}^{-1}$). Although, the applied VietGAP standards cultivation will cause lower productivity than conventional practice. However, based on the fresh fruit weight, VietGAP Daxanh pomelo fruit achieves a better value than conventional Daxanh pomelo fruit (174.1 ± 57.8 and $253.8 \pm 58.7 \text{ kg-CO}_2\text{e ton}^{-1}$, respectively).

TÓM TẮT

Bưởi da xanh (BDX, tên khoa học: *Citrus maxima* Burm. Merr.) là cây ăn trái đặc sản, có giá trị kinh tế cao và diện tích trồng ngày càng mở rộng. Sản lượng thu hoạch BDX phụ thuộc vào vật tư nông nghiệp sử dụng cho canh tác. Quá trình sản xuất vật tư nông nghiệp phụ thuộc vào hoạt động khai thác tài nguyên và phát thải khí nhà kính (Greenhouse gases-GHGs) vào khí quyển. Phương pháp đánh giá vòng đời được sử dụng để ước lượng GHGs phát thải thông qua các loại nguyên liệu khác nhau phục vụ cho canh tác của 55 vườn BDX thông thường (BDX-TT) và 55 vườn áp dụng tiêu chuẩn thực hành nông nghiệp tốt (BDX-VietGAP). Kết quả cho thấy, vườn BDX-TT trong một năm đã phát thải $3.996,1 \pm 888,5 \text{ kg-CO}_2\text{e ha}^{-1}$, cao hơn các vườn BDX-VietGAP $2.688,7 \pm 994,7 \text{ kg-CO}_2\text{e ha}^{-1}$. Mặc dù, sản xuất theo VietGAP tạo năng suất thấp hơn phương pháp thông thường. Tuy nhiên, phát thải tính theo trọng lượng sản phẩm thì BDX-VietGAP đạt được giá trị tốt hơn so với BDX-TT (174.1 ± 57.8 và $253.8 \pm 58.7 \text{ kg-CO}_2\text{e tấn}^{-1}$).

1. GIỚI THIỆU

Nông nghiệp dễ bị tổn thương trước biến đổi khí hậu nhưng đồng thời cũng là nguồn phát thải khí nhà kính đáng kể (Praveen & Sharma, 2019). Gia tăng khí nhà kính là nguyên nhân chính gây ra biến đổi khí hậu nhanh chóng và khoảng 1/3 tổng lượng phát thải khí nhà kính toàn cầu là từ các hoạt động sản xuất nông nghiệp (IPCC, 2013). Canh tác nông nghiệp theo phương pháp truyền thống phụ thuộc nhiều vào phân bón hóa học sẽ dẫn đến các vấn đề môi trường nghiêm trọng. Trong khi đó, canh tác theo bộ tiêu chí thực hành sản xuất nông nghiệp tốt Việt Nam (VietGAP) đòi hỏi người sản xuất áp dụng tiêu chuẩn đảm bảo kỹ thuật sản xuất, an toàn thực phẩm, truy xuất nguồn gốc sản phẩm, bảo vệ môi trường và sức khỏe (Hà, 2014; Loan et al., 2016; Chau, 2017; Nguyen et al., 2019; Hoang, 2020). VietGAP được ban hành để chứng nhận chất lượng của từng sản phẩm, nhóm sản phẩm như thủy sản, trồng trọt, chăn nuôi. Nông dân áp dụng các tiêu chuẩn sản xuất theo VietGAP hướng đến nền sản xuất thân thiện với môi trường, phát triển bền vững để bảo vệ sức khỏe của chính họ, thực hiện các trách nhiệm với môi trường và cung cấp các sản phẩm an toàn cho người tiêu dùng.

Phương pháp đánh giá vòng đời (Life Cycle Assessment, LCA) có thể định lượng, đánh giá, so sánh và cải thiện các tác động môi trường tiềm tàng từ việc mua nguyên liệu thô, sản xuất, sử dụng và quản lý chất thải. Ngoài ra, LCA thể hiện sự đánh đổi tác động môi trường tiềm năng thực tế từ hiện tại của một quá trình sản xuất sang một phương thức sản xuất khác (Curran, 2014). LCA cũng có thể được sử dụng để đánh giá các mối quan tâm về môi trường của các hệ thống cây trồng nông nghiệp. Phương pháp này thường tập trung vào vật tư đầu vào cung cấp cho hoạt động sản xuất nông nghiệp và các hoạt động canh tác (Sieverding et al., 2020). Trong nghiên cứu phát thải từ các vườn cây có múi, LCA đã được sử dụng để ước tính lượng phát thải khí nhà kính về diện tích trồng trọt và trọng lượng tươi của các sản phẩm bao gồm: chanh, chanh không hạt, quýt và cam (Martin-Gorritz et al., 2020; Mazis et al., 2021; Liem et al., 2022). Bên cạnh đó, phát thải được so sánh từ 2 mô hình canh tác thông thường và canh tác hữu cơ với phương pháp tưới ngầm và tưới ngập nước cho các vườn cam đã được thực hiện bởi (Hondebrink et al., 2017). Okuda et al. (2007) quan sát 3 khí nhà kính CO₂, N₂O và CH₄ từ các vườn quýt được che phủ và không che phủ mặt vườn. Maestre-Valero et al. (2018) thực hiện nghiên cứu so sánh về nhu cầu tiêu hao năng lượng và phát

thải khí nhà kính từ các vườn bưởi áp dụng các phương pháp tưới tiêu khác nhau.

Bưởi là một trong 14 cây ăn trái chủ lực của Việt Nam đến năm 2025 và 2030 (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2022). Theo đó, định hướng phát triển diện tích trồng đạt khoảng 110 – 120 ngàn ha, sản lượng thu hoạch hàng năm đạt 1,2 – 1,6 triệu tấn. Ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long vùng trồng bưởi trọng điểm được quy hoạch phát triển tại 4 tỉnh bao gồm: Tiền Giang, Bến Tre, Vĩnh Long và Hậu Giang. Năm 2021, diện tích trồng bưởi đạt 108.300 ha, tăng 2.900 ha so với năm 2020 (Tổng cục Thống kê, 2022). Tính riêng trong 4 tháng cuối năm 2021, sản lượng bưởi cả nước đạt 1.006.900 tấn, tăng 8% so với năm 2020 (General Statistics Office of Viet Nam, 2021). Ở Bến Tre, bưởi da xanh được liệt kê vào nhóm cây ăn trái có tiềm năng và lợi thế cạnh tranh cao trên thị trường trong và ngoài nước. Chính vì vậy, bưởi da xanh đã được xác định là một trong 8 sản phẩm chủ lực của tỉnh đến năm 2025 (Tỉnh ủy Bến Tre, 2016). Theo Ủy ban Nhân dân tỉnh Bến Tre (2018), bưởi da xanh được trồng tập trung ở các huyện Châu Thành (hơn 3.150 ha), Giồng Trôm (1.619 ha), Mô Cày Bắc (1.220 ha) và thành phố Bến Tre (767 ha). Theo kế hoạch thúc đẩy xuất khẩu nông lâm thủy sản đến năm 2030 trên địa bàn tỉnh Bến Tre, dự kiến đến năm 2025, bưởi da xanh cùng nhóm ngành hàng rau quả sẽ đạt kim ngạch xuất khẩu 165 triệu USD, tăng bình quân 6,99%/năm (Ủy ban Nhân dân tỉnh Bến Tre, 2021). Như vậy, bưởi da xanh là cây ăn trái có giá trị quan trọng trong nền kinh tế nông nghiệp của không chỉ tỉnh Bến Tre mà còn của vùng Đồng bằng sông Cửu Long và của cả nước.

Mặc dù, mô hình trồng bưởi da xanh có đóng góp rất quan trọng cho nền kinh tế của địa phương và góp phần phát triển bền vững ngành nông nghiệp cả nước. Tuy nhiên, ở một khía cạnh khác, mô hình canh tác này cũng tồn tại những hạn chế đến môi trường thông qua việc phát thải khí nhà kính trong quá trình canh tác. Trong nghiên cứu này, tác động tiêu cực của mô hình canh tác bưởi da xanh đến quá trình biến đổi khí hậu sẽ được lượng hóa bằng lượng khí carbonic tương đương (CO₂ equivalent, CO₂e) được ước lượng trên một ha đất vườn canh tác hoặc trên một tấn trọng lượng sản phẩm trái cây tươi. Nghiên cứu được thực hiện cũng sẽ so sánh tác động này từ hai phương pháp canh tác bưởi da xanh khác nhau bao gồm: canh tác theo tiêu chuẩn VietGAP và canh tác thông thường.

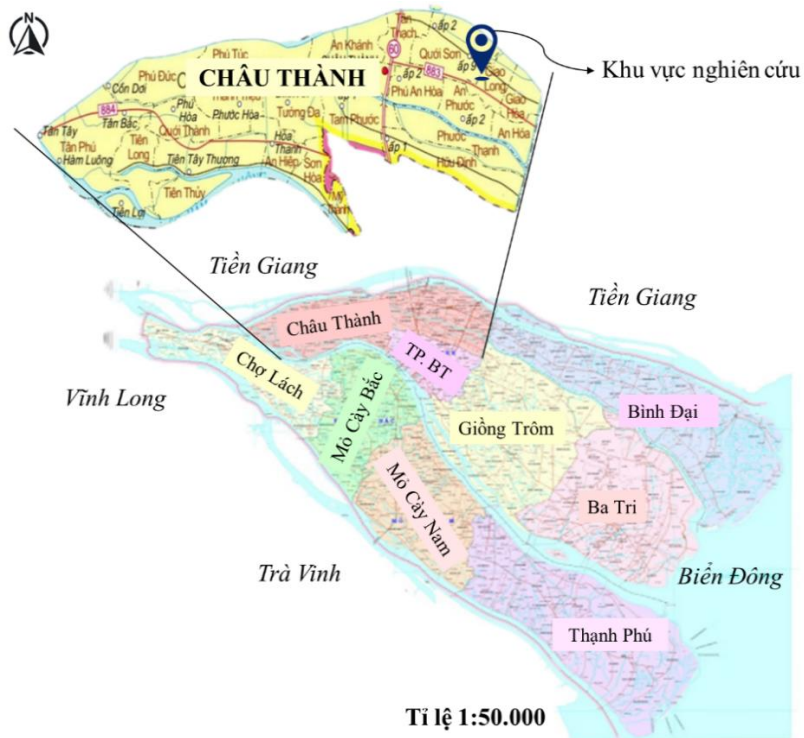
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Khu vực nghiên cứu: Nghiên cứu được thực hiện tại xã Giao Long, huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre. Xã Giao Long là một trong những vùng thâm canh bưởi da xanh quan trọng của huyện Châu Thành và tỉnh Bến Tre. Vị trí địa lý của xã Giao Long được thể hiện qua Hình 1.

Mục tiêu, định nghĩa phạm vi và đơn vị chức năng: Vòng đời được đánh giá dựa trên lượng phát thải CO₂e từ hệ thống canh tác bưởi da xanh canh tác theo VietGAP và canh tác thông thường ở tỉnh Bến Tre với khung đánh giá 100 năm cho tất cả các tính toán. Nghiên cứu đã áp dụng cách tiếp cận được định nghĩa là “cradle-to-gate”, xem xét tất cả các yếu tố đầu vào và quy trình sản xuất của chúng. Nghiên cứu loại trừ các giai đoạn vận chuyển nguyên liệu. Giả thuyết của nghiên cứu này như sau: Trong trường hợp nông dân canh tác bưởi da xanh áp dụng một tiêu chuẩn sản xuất tốt hơn như VietGAP so với phương pháp thông thường thì

lượng phát thải khí nhà kính có được giảm thiểu hay không? Đơn vị chức năng là lượng phát thải kg-CO₂e trên một ha diện tích đất vườn bưởi và một tấn trọng lượng của sản phẩm trái cây tươi. Tất cả lượng phát thải khí nhà kính được ước tính theo đơn vị kg-CO₂e.

Thu thập dữ liệu: Dữ liệu sơ cấp về canh tác bưởi da xanh được thu thập bằng cách phỏng vấn ngẫu nhiên 110 hộ dân trồng bưởi da xanh bao gồm: 55 hộ canh tác theo mô hình VietGAP và 55 hộ canh tác thông thường tại xã Giao Long, huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre bằng bảng câu hỏi. Số lượng người trồng trọt được khảo sát với phương pháp lựa chọn đã được điều chỉnh để đánh giá lượng phát thải khí nhà kính trong vòng đời từ sản phẩm làm vườn, theo hướng dẫn của Viện Tiêu chuẩn Anh (The British Standards Institution - BSI, 2012). Nghiên cứu hiện tại đã sử dụng dữ liệu canh tác bưởi da xanh từ năm 2021 để ước tính lượng phát thải khí nhà kính theo 2 phương pháp canh tác.



Hình 1. Địa điểm nghiên cứu

Ước lượng phát thải khí nhà kính: Nghiên cứu đã sử dụng phần mềm MiLCA phiên bản thương mại 2.3 để ước tính lượng khí thải nhà kính được tạo ra từ các đầu vào nông nghiệp. Phần mềm MiLCA với 3.000 bộ dữ liệu về các quy trình sản xuất công nghiệp đã được sử dụng để hỗ trợ nghiên cứu đánh

giá vòng đời trên thế giới. MiLCA cung cấp kết quả của nguyên liệu thô và quy trình sản xuất công nghiệp của các thành phẩm phục vụ sản xuất cùng với các tác động môi trường của chúng (Sustainable Management Promotion Organization, 2014). Trong nghiên cứu này, các nguyên liệu phục vụ canh tác

bưởi da xanh bao gồm: Hàm lượng nguyên chất của các loại phân bón hóa học (đạm, lân và kali), lượng hoạt chất của các loại nông dược phòng trừ sâu bệnh, vôi và nhiên liệu (xăng) phục vụ tưới tiêu/phun thuốc. Các nguyên liệu phục vụ sản xuất này được xem như là các đầu vào để nhập vào phần mềm MiLCA nhằm ước lượng lượng phát thải khí nhà kính theo diện tích canh tác ($\text{kg-CO}_2\text{e ha}^{-1}$). Nghiên cứu dựa vào năng suất trái (tấn ha^{-1}) để tính toán lượng phát thải khí nhà kính theo trọng lượng trái bưởi tươi ($\text{kg-CO}_2\text{e tấn}^{-1}$). Loại và lượng của các nguyên liệu này được thể hiện chi tiết trong Bảng 2.

Giới hạn nghiên cứu: Trong các hệ thống trồng trọt, cây trồng có khả năng tạo ra carbon sinh khối. Hệ sinh thái đất trồng cây lâu năm cũng có khả năng lưu trữ carbon dưới dạng hữu cơ (soil organic carbon). Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, các chỉ số phát thải được tập trung tính toán. Cân bằng carbon được thực hiện ở các nghiên cứu tiếp theo.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thông tin nông hộ và mô hình canh tác bưởi da xanh

Các thông tin về nông hộ và các vườn bưởi da xanh canh tác theo tiêu chuẩn VietGAP và thông thường được trình bày trong Bảng 1. Trong canh tác bưởi da xanh, các nông hộ trung bình sử dụng từ 2 đến 3 lao động để phục vụ công tác chăm sóc và thu hoạch trong năm. Đối với mô hình canh tác áp dụng VietGAP, tỉ lệ nam giới là lao động chính, người trực tiếp chịu trách nhiệm ra quyết định trong canh

tác, chiếm 89,1% (cao hơn so với sản xuất thông thường, 72,7%) với độ tuổi trung bình là $52,6 \pm 7,2$ tuổi (trẻ hơn độ tuổi trung bình của lao động chính trong mô hình sản xuất thông thường, $55,4 \pm 12,0$ tuổi). Trong nghiên cứu này, khi được hỏi về sự sẵn lòng để tham gia các khóa tập huấn về kỹ thuật canh tác mới hay ứng dụng một giải pháp sản xuất mới thì chủ hộ là nam giới có mức độ sẵn lòng cao hơn nữ giới. Như vậy, để khuyến khích ứng dụng các biện pháp canh tác mới đối với mô hình bưởi da xanh cần tập trung vào nhóm nam giới là lao động sản xuất chính. Diện tích canh tác trung bình của một nông hộ sản xuất bưởi da xanh theo tiêu chuẩn VietGAP ($4,42 \pm 2,09 \times 1.000 \text{ m}^2/\text{hộ}$) cũng lớn hơn so với các nông hộ canh tác thông thường ($4,03 \pm 2,03 \times 1.000 \text{ m}^2/\text{hộ}$). Hưng và ctv. (2021) cũng khuyến cáo rằng diện tích canh tác lớn hơn sẽ thuận lợi hơn cho việc ứng dụng cải tiến kỹ thuật trong canh tác bưởi. Về mật độ trồng, các vườn bưởi VietGAP có mật độ cây thấp hơn các vườn bưởi thông thường. Tuy nhiên, mật độ trồng ở cả 2 mô hình đều phù hợp với tài liệu hướng dẫn về kỹ thuật trồng bưởi da xanh của Hà và Mai (2011).

Sau khi trồng bằng cành chiết, trong giai đoạn 2,5 – 3,2 tuổi cây sẽ cho trái lần đầu. Tuy nhiên, trong điều kiện không gặp bất lợi, cây sẽ cho năng suất ổn định từ năm thứ 6 trở đi. Các vườn bưởi trong nghiên cứu đều được trồng trên các liếp đơn, vườn có mương chứa tưới/tiêu thoát nước và đang trong giai đoạn cho trái với năng suất ổn định.

Bảng 1. Thông tin nông hộ và mô hình canh tác bưởi da xanh tại huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre

	Đơn vị	VietGAP	Thông thường
Tổng số lao động	Người	$2,5 \pm 1,0$	$2,4 \pm 0,9$
Tuổi của lao động chính	Tuổi	$52,6 \pm 7,2$	$55,4 \pm 12,0$
Giới tính của lao động chính	Nam/Nữ theo số lượng và tỉ lệ %	Nam: 49 (89,1%) Nữ: 6 (11,9%)	Nam: 40 (72,7%) Nữ: 15 (27,3%)
Tổng diện tích canh tác	1.000 m^2	$4,42 \pm 2,09$	$4,03 \pm 2,03$
Mật độ trồng	Cây 1.000 m^{-2}	$34,64 \pm 4,29$	$40,36 \pm 3,45$
Thời điểm cây ra trái lần đầu	Năm tuổi	$2,81 \pm 0,27$	$2,95 \pm 0,19$
Thời điểm cây đạt năng suất ổn định	Năm tuổi	$6,05 \pm 0,76$	$6,02 \pm 0,80$

3.2. Vật tư nông nghiệp đầu vào được sử dụng trong canh tác bưởi da xanh

Bảng 2 trình bày các kết quả kiểm toán về vật tư nông nghiệp đầu vào đã được sử dụng trong canh tác bưởi da xanh. Trong đó, nông dân sử dụng nhiều phân hữu cơ để cải thiện hàm lượng dinh dưỡng cho đất trồng và cải thiện phẩm chất trái sau thu hoạch. Việc ứng dụng phân hữu cơ trong canh tác đã được chứng minh sẽ làm tăng chất lượng trái của cây có

múi như cam và chanh (Ennab, 2016; Astiari et al., 2018; Wen et al., 2021). Trong mô hình canh tác VietGAP tổng lượng phân hữu cơ đã được sử dụng (bao gồm phân chuồng hoai mục và phân hữu cơ công nghiệp) cao hơn mô hình canh tác thông thường 1,6 lần. Cùng với lượng phân chuồng hoai mục được sử dụng cao hơn, nông dân ứng dụng VietGAP đã sử dụng vôi để kiểm soát vệ sinh đất trồng với lượng cao hơn mô hình thông thường 1,32 lần. Tuy nhiên, tổng hàm lượng nguyên chất của

phân hóa học (kg-N, kg-P₂O₅, và kg-K₂O) sử dụng trong mô hình VietGAP chỉ bằng 35,31% so với mô hình canh tác thông thường. Tương tự, tổng lượng nông dược (tính theo hàm lượng nguyên chất của thuốc diệt côn trùng và thuốc trừ nấm) được sử dụng trong mô hình VietGAP chỉ bằng 47,12% so với mô hình canh tác thông thường. Xăng và điện là hai loại hình năng lượng được sử dụng trong bơm tưới và tiêu thoát nước cho các vườn bưởi. Trong đó, mức

độ tiêu dùng năng lượng ở mô hình VietGAP thấp hơn so với sản xuất thông thường. Bưởi là loại cây không chịu được ngập úng. Tuy nhiên, nhu cầu nước tưới cho vườn bưởi là khá lớn dao động 9.000 – 12.000 m³ cho mỗi ha trong một năm (Hưng và ctv., 2021). Chính vì vậy, năng lượng được dùng cho tưới và tiêu thoát nước cho các vườn bưởi là tương đối lớn.

Bảng 2. Vật tư nông nghiệp đầu vào phục vụ cho sản xuất bưởi da xanh

	Đơn vị	VietGAP	Thông thường
Phân chuồng hoai mục	kg ha ⁻¹	9.545,5 ± 1.344,6	6.945,5 ± 762,7
Phân hữu cơ công nghiệp	kg ha ⁻¹	3.230,9 ± 1.172,7	1.218,2 ± 1.215,7
Phân đạm	kg-N ha ⁻¹	107,4 ± 34,1	293,0 ± 64,6
Phân lân	kg-P ₂ O ₅ ha ⁻¹	37,6 ± 24,1	116,6 ± 41,8
Phân Kali	kg-K ₂ O ha ⁻¹	30,9 ± 18,2	88,5 ± 34,6
Vôi	kg ha ⁻¹	70,4 ± 30,6	53,3 ± 16,6
Thuốc diệt côn trùng	kg-ai ha ⁻¹	0,14 ± 0,09	0,16 ± 0,11
Thuốc trừ nấm	kg-ai ha ⁻¹	7,9 ± 3,0	16,9 ± 6,5
Xăng	L ha ⁻¹	19,1 ± 40,4	39,6 ± 64,0
Điện	kw ha ⁻¹	2.673,7 ± 1.410,0	2.706,4 ± 1.162,7

3.3. Phát thải khí nhà kính trong canh tác bưởi da xanh

Kết quả ước lượng thành phần phát thải, tổng lượng phát thải trong canh tác bưởi theo diện tích canh tác, phát thải theo trọng lượng trái bưởi được trình bày trong Bảng 3 và tỉ lệ đóng góp phát thải theo thành phần được trình bày ở Hình 2. Trong đó, tổng lượng phát thải theo diện tích canh tác từ các vườn bưởi da xanh sản xuất thông thường cao hơn VietGAP 1,49 lần. Tính theo trọng lượng trái bưởi, 1 tấn bưởi theo tiêu chuẩn VietGAP phát thải bằng 68,60% so với 1 tấn bưởi sản xuất theo phương pháp thông thường. Hiện trạng phát thải trong mô hình canh tác bưởi da xanh chủ yếu phụ thuộc vào tiêu thụ năng lượng (60,1% đối với mô hình VietGAP và 41,2% đối với sản xuất thông thường) và sử dụng phân bón hóa học (26,6% đối với mô hình VietGAP và 49,8% đối với sản xuất thông thường). Ứng dụng phân bón hữu cơ công nghiệp đã phát thải 226,2 ± 82,1 kg-CO₂e ha⁻¹ (8,4%) đối với mô hình VietGAP, 85,3 ± 84,3 kg-CO₂e ha⁻¹ (2,1%) đối với sản xuất thông thường. Trong khi đó, ứng dụng nông hóa đã phát thải từ 124,8 ± 46,2 đến 266,0 ± 100,6 kg-CO₂e ha⁻¹ chiếm từ 4,6% đến 6,7% tổng lượng phát thải từ sản xuất bưởi VietGAP và thông thường.

Trong canh tác cây có múi, kết quả nghiên cứu đã cho thấy phát thải từ canh tác bưởi da xanh thấp hơn phát thải từ các vườn cam và chanh theo phương thức canh tác thông thường nhưng cao hơn so với các vườn cam và chanh hữu cơ ở Ý (Pergola et al.,

2013). Bên cạnh đó, các vườn bưởi da xanh ở Bến Tre cũng có mức phát thải theo diện tích thấp hơn các vườn chanh không hạt ở Hậu Giang (Liem et al., 2022). Tính theo trọng lượng trái, khi so sánh với một số sản phẩm trái cây được canh tác theo những phương thức khác nhau ở một số quốc gia trên thế giới, 1 tấn bưởi da xanh có mức phát thải thấp hơn 1 tấn mơ được trồng ở Ý và cao hơn 1 tấn táo được trồng ở Tây Ban Nha (Pergola et al., 2017; Vinyes et al., 2018). Đây là sự so sánh thuận lợi bước đầu khi tiến hành dán nhãn phát thải cho bưởi da xanh khi xuất khẩu ra thị trường thế giới. Nhãn phát thải theo giá trị CO₂ là một trong 10 loại nhãn carbon được phân loại trên toàn thế giới (Schaefer & Blanke, 2014). Nhãn carbon phục vụ mục đích thông báo cho người tiêu dùng về việc tiêu dùng các sản phẩm khác nhau sẽ có tác động khác biệt như thế nào đối với môi trường (Tan et al., 2014). Mục đích của việc cung cấp thông tin này nhằm nâng cao nhận thức của người tiêu dùng về các tác động môi trường liên quan đến việc sản xuất sản phẩm (Upham et al., 2011). Nhãn carbon được kỳ vọng sẽ cung cấp cho người tiêu dùng cơ hội đưa ra lựa chọn sáng suốt, đặc biệt khi nhu cầu giảm lượng khí thải carbon đã trở thành mối quan tâm toàn cầu (Gadema & Oglethorpe, 2011). Việc dán nhãn khí thải carbon cho bưởi da xanh của Việt Nam nhằm mục đích nhận diện thương hiệu và nâng cao nhận thức của người tiêu dùng về bảo vệ môi trường.

Năng lượng và ứng dụng phân hóa học là hai khoản mục có mức phát thải cao nhất ở cả hai mô

hình canh tác. Kết quả này cũng phù hợp với một số nghiên cứu trước đây trên đối tượng cây ăn trái như: canh tác quả anh đào ở Bồ Đào Nha, lựu ở Thổ Nhĩ Kỳ, cũng như một số loại trái cây nhiệt đới được canh tác ở Colombia bao gồm: mâm xôi đen, mâm xôi vàng, chanh dây, cà chua cây, dứa và bơ (Graefe et al., 2013; Ozalp et al., 2018; Gaspar et al., 2021). Như vậy, các chiến lược tập trung giảm thiểu phát thải khí nhà kính cần tập trung vào việc giảm thiểu sử dụng phân bón hóa học và sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả. Dựa trên các kết quả nghiên cứu về phát thải khí nhà kính trên các vườn cây có múi đã được xuất bản, các nhóm giải pháp được đề xuất có tiềm năng giảm nhẹ phát thải theo quy mô diện tích canh tác cho các vườn bưởi da xanh. Cụ thể như sau:

Thứ nhất, về tăng cường hiệu quả sử dụng phân bón hóa học. Khi nghiên cứu hiệu quả của các phương pháp bón phân trên vườn cam và quýt tại Trung Quốc, Ma et al. (2022) đã thực hiện 4 phương pháp bao gồm: 2 phương pháp tưới (tưới phân nhỏ giọt và tưới đẫm 1 lần) và 2 phương pháp bón phân (rải trên mặt đất và bón vào các hố nhỏ). Ma et al. (2022) đã kết luận rằng tưới phân bón nhỏ giọt sẽ thúc đẩy tăng trưởng cây có múi và chất lượng trái bằng cách đẩy nhanh việc sử dụng phân bón và giảm thiểu thất thoát dinh dưỡng trong phân bón. Lượng phân bón trong sản xuất cây có múi có thể giảm đáng kể khi sử dụng phương pháp tưới phân nhỏ giọt. Bên cạnh đó, công nghệ phân bón mới được sử dụng như: phân bón chậm phân giải hay phân giải có kiểm soát (Slow- and Controlled-Release Fertilizers, SCRF) có thể giảm nhu cầu sử dụng phân bón truyền thống. Khi hệ thống hóa các nghiên cứu về lựa chọn quản lý dinh dưỡng cho cam quýt Florida, Kadyampakeni et al. (2015) đã cho thấy SCRF có hiệu quả sử dụng phân bón đậm hơn so với các nguồn phân bón hòa tan trong nước đã giúp cho canh tác cây có múi đạt hiệu quả cao hơn, ngay cả ở tỷ lệ đậm thấp hơn. Ưu điểm khác của SCRF nằm ở tính bền vững của các nguồn phóng thích có kiểm soát, đã giúp tiết kiệm phân bón hơn so với phương pháp bón phân truyền thống. Thêm vào đó, việc sử dụng SCRF giúp bảo vệ chất lượng môi trường nước mặt thông qua giảm thiểu nguy cơ rửa trôi dinh dưỡng. Giải pháp sử dụng phân bón ức chế quá trình nitrát hóa nhằm tăng cường hiệu suất hấp thu đạm của cây cam đã được nghiên cứu ở Trung Quốc (Martínez-Alcántara et al., 2013). Kết quả thực nghiệm của Martínez-Alcántara et al. (2013) đã kết luận rằng việc sử dụng chất ức chế nitrát hóa (Nitrification Inhibitors, NIs) cho phép sử dụng phân bón đậm hiệu quả hơn trên cây có múi và giảm thiểu nguy cơ

ô nhiễm nitrat trong nước ngầm. Tuy nhiên, việc sử dụng phân bón bổ sung NI nên được ứng dụng trong quá trình bón phân vào thời điểm nhiệt độ phù hợp vì nhiệt độ cao sẽ làm giảm đáng kể hoạt động của NI.

Thứ hai, canh tác hữu cơ bưởi da xanh hoặc thay thế một phần phân bón hóa học. Khi nghiên cứu phát thải khí nhà kính từ các vườn chanh không hạt ở tỉnh Hậu Giang, Liem et al. (2022) đã khuyến nghị rằng thay đổi quy trình canh tác thông thường để giảm sử dụng phân bón hóa học trong ngắn hạn và hướng tới canh tác hữu cơ trong dài hạn sẽ giúp phát triển mô hình canh tác trái cây bền vững ở Việt Nam và có thể giúp giảm phát thải khí nhà kính. Bên cạnh đó, trong nghiên cứu về phát thải khí nhà kính trong canh tác cây có múi, việc sử dụng kết hợp đồng thời phân hóa học và phân hữu cơ cũng như canh tác hữu cơ có thể giảm phát thải khí nhà kính (Pergola et al., 2013; Aguilera et al., 2015; Liem et al., 2022). Trong nghiên cứu so sánh canh tác hữu cơ và canh tác thông thường, Pergola et al. (2013) đã thực hiện phỏng vấn 80 nhà sản xuất chanh, cam và cho thấy canh tác thông thường chanh có tổng phát thải theo diện tích cao gấp 3,1 lần so với canh tác hữu cơ. Đối với canh tác cam, kết quả so sánh này cao gấp 3,5 lần. Tương tự, Aguilera et al. (2015) đã chứng minh rằng canh tác hữu cơ quýt và cam ở Tây Ban Nha sẽ tiết giảm 70,0% tổng phát thải dựa trên diện tích canh tác. Khi nghiên cứu hiện trạng canh tác chanh không hạt ở Việt Nam, Liem et al. (2022) đã đề xuất thay thế 25% và 50% lượng phân bón đậm hóa học bằng phân hữu cơ công nghiệp; sau đó, dựa vào hàm lượng dinh dưỡng của phân hữu cơ để tính toán cân bằng dinh dưỡng để xác định hàm lượng phân lân và phân kali hóa học cần bổ sung. Kết quả đã cho thấy, giải pháp thay thế này sẽ giảm 11,7 – 22,5% tổng lượng phát thải theo diện tích và 12,2 – 25,6% dựa trên mỗi tấn chanh không hạt tươi. Tuy nhiên, các nghiên cứu đã không đánh giá hiệu quả kinh tế khi áp dụng các giải pháp thay thế này.

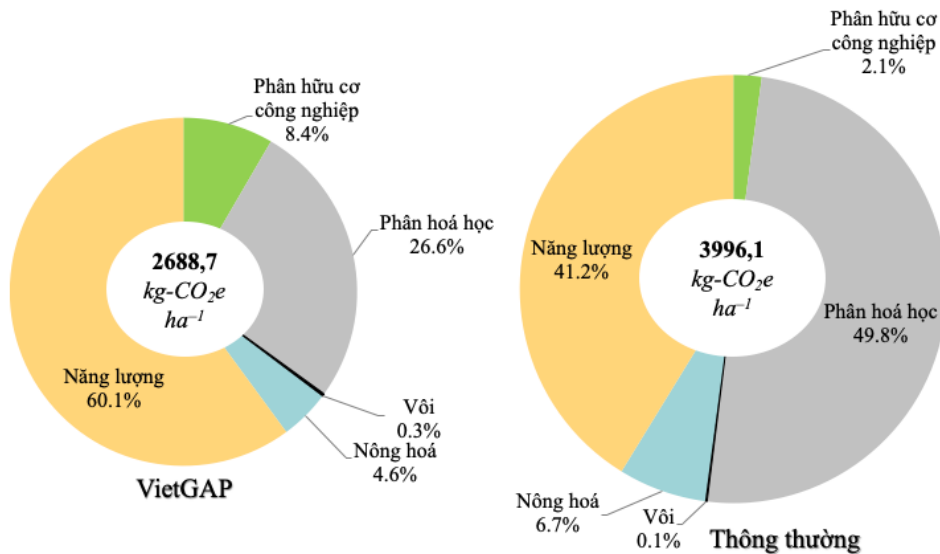
Thứ ba, tối ưu hóa hiệu quả tưới tiêu và ứng dụng phương pháp tưới tiết kiệm nước để giảm phát thải khí nhà kính cũng như tiết kiệm năng lượng. Trong hoạt động canh tác hiện nay, nông dân chỉ tưới nước theo định kỳ. Tuy nhiên, vào mùa mưa, việc tưới nước được quyết định tùy thuộc vào thói quen và cảm tính của họ. Nông dân không sử dụng thiết bị đo độ ẩm của đất, cũng như chưa thật sự quan tâm đến độ ẩm tối ưu cho sự phát triển của cây trồng. Quyết định tưới theo cảm tính có thể dẫn đến việc tưới quá nhiều nước so với lượng nước mà cây cần. Để giảm lượng nước tưới, nông dân cần đảm bảo nhu cầu nước tối thiểu của cây trồng và đồng thời

phải duy trì ổn định năng suất. Tiết kiệm nước có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong bối cảnh Đồng bằng sông Cửu Long phải chịu những tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu trong tương lai. Bên cạnh đó, giảm cường độ tưới tiêu cũng sẽ góp phần tiết kiệm nhiên liệu phục vụ cho hoạt động này. Phương pháp tưới điều tiết thiếu (Regulated-deficit irrigation, RDI) nên được ứng dụng. RDI là giải pháp sử dụng lượng nước tưới thấp hơn lượng nước cần thiết cho cây trồng dựa trên sự thất thoát hơi nước. Hiệu suất nước được cải thiện thông qua giải pháp RDI và nó có thể được áp dụng trong điều kiện khó khăn về khí hậu (García-Tejero et al., 2010). Khi nghiên cứu tổng quan phát thải N₂O trong điều kiện khí hậu Địa

Trung Hải, Cayuela et al. (2017) đã so sánh kết quả phát thải dựa trên 2 phương pháp tưới là tưới nhỏ giọt và tưới phun mưa. Trong đó, tưới nhỏ giọt giúp tiết giảm 44% phát thải N₂O so với tưới phun mưa. Bên cạnh việc xây dựng các biện pháp tiết kiệm nước cho nông dân, hệ thống canh tác, mô hình cây trồng cần được tiến hành cải tiến, điều chỉnh để đảm bảo khả năng sử dụng nước trong mùa khô. Bên cạnh đó, khi nghiên cứu giải pháp sử dụng năng lượng tái tạo từ các tấm pin năng lượng mặt trời cung cấp cho hệ thống tưới tiêu, Ghasemi-Mobtaker et al. (2020) đã cho thấy hiệu quả trong giảm thiểu các tác động tiêu cực đến môi trường thông qua hạn chế tiêu thụ năng lượng hóa thạch.

Bảng 3. Phát thải khí nhà kính từ mô hình canh tác bưởi da xanh

	Đơn vị	VietGAP	Thông thường
Phân hữu cơ công nghiệp	kg-CO ₂ e ha ⁻¹	226,2 ± 82,1	85,3 ± 84,3
Phân hoá học		714,2 ± 241,9	1.991,4 ± 438,7
Vôi		7,7 ± 3,4	5,9 ± 1,8
Nông hoá		124,8 ± 46,2	266,0 ± 100,6
Năng lượng		1.615,7 ± 845,1	1.647,6 ± 768,3
Tổng phát thải theo diện tích		2.688,7 ± 994,7	3.996,1 ± 888,5
Phát thải theo sản phẩm	kg-CO ₂ e tấn ⁻¹	174,1 ± 57,8	253,8 ± 58,7



Hình 2. Tỷ lệ đóng góp vào tổng phát thải khí nhà kính từ hoạt động sản xuất và ứng dụng vật tư nông nghiệp trong canh tác bưởi da xanh

Thứ tư, nâng cao năng suất bưởi da xanh để làm giảm phát thải tính theo trọng lượng trái bưởi. Trong các nghiên cứu về cây có múi, khi đảm bảo nhu cầu về dinh dưỡng cho cây trồng việc thay đổi phương pháp tưới thiếu nước (Deficit Irrigation, DI), sử dụng chất điều hòa sinh trưởng (Plant Growth Regulators, PGRs), ứng dụng phân bón sinh học sẽ

có tiềm năng cải thiện năng suất thu hoạch (Shamseldin et al., 2010; Bons et al., 2015; Panigrahi & Srivastava, 2016). Khi đánh giá tổng quan và hệ thống các nghiên cứu về sử dụng chất điều hòa sinh trưởng trên cây có múi, Bons et al. (2015) đã có những kết luận như sau: Năng suất cây có múi phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó sử dụng

PGRs giữ vai trò quan trọng nhất. Việc sử dụng PGRs đã trở thành một thành phần quan trọng trong lĩnh vực trồng cây có múi vì vai trò tiềm năng của chúng trong việc tăng năng suất cây trồng trên một đơn vị diện tích. PGRs sẽ chủ động điều hòa sinh trưởng và phát triển của cây trồng bằng cách tác động vào các quá trình nội sinh và ứng dụng ngoại sinh sẽ điều chỉnh phản ứng sinh trưởng. PGRs đã được sử dụng trong sản xuất cây có múi để phát huy ảnh hưởng đến quá trình ra hoa, đậu trái, rụng trái. PGRs cũng đã được sử dụng để tác động đến các yếu tố chất lượng trái cây như: Chất lượng, màu sắc vỏ, kích thước trái, chất lượng nước trái cây và cải thiện tổng chất rắn hòa tan ở các loài cây có múi khác nhau. Panigrahi and Srivastava (2016) đã nghiên cứu quản lý hiệu quả nguồn nước tưới vườn cây có múi trong điều kiện cận âm nóng và khan hiếm nước ở Ấn Độ. Tác động của DI so với tưới đầy đủ (Full Irrigation, FI: 100% nhu cầu nước cho cây trồng) đã được đánh giá. Hai chiến lược DI áp dụng cho cây có múi là DI1: 20% FI trong giai đoạn tăng trưởng quả ban đầu + 40% FI trong giai đoạn tăng trưởng quả cuối cùng + FI trong thời gian còn lại của thời kỳ và DI2: 70% FI trong toàn bộ quá trình tưới. Cây được tưới theo chiến lược FI có sinh trưởng sinh dưỡng cao nhất. Tuy nhiên, DI1 tạo ra năng suất quả cao hơn 18% với chất lượng quả vượt trội, giúp cải thiện 30% năng suất nước ở phương pháp xử lý này so với FI. Shamseldin et al. (2010) đã thực hiện nghiên cứu trên vườn cam Navel 10 năm tuổi tại Mỹ. Nghiên cứu chỉ ra rằng việc bổ sung *Pseudomonas f. strain 843* đã thành công trong việc ức chế sự phát triển của tuyến trùng và đề xuất sử dụng chủng này để sản xuất phân bón sinh học nhằm thúc đẩy tăng trưởng cây có múi và kiểm soát sinh học mật số cũng như sinh sản của tuyến trùng liên quan đến cây có múi. Shamseldin et al. (2010) đã kết luận rằng tăng cường và duy trì độ màu mỡ của đất thông qua các ứng dụng phân bón sinh học đóng một vai trò quan trọng trong tương lai của nền nông nghiệp bền vững ở các nước đang phát triển.

Như vậy, dựa trên kết quả tổng quan các nghiên cứu trước đó, các giải pháp tiềm năng đã được đề xuất nhằm đạt được mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính theo quy mô diện tích. Tuy nhiên, để đạt được hiệu quả ứng dụng trên các vườn bưởi da xanh thì

cần phải tiến hành các nghiên cứu thử nghiệm và đánh giá trên thực tế canh tác. Bên cạnh đó, các giải pháp ứng dụng cần phải hướng đến sự cân bằng trong việc làm hài hòa các mục tiêu về giảm phát thải, hiệu quả sản xuất và giá trị kinh tế tăng thêm cho sản phẩm. Điều này có nghĩa là, trong trường hợp không mong đợi như việc áp dụng biện pháp giảm phát thải làm giảm năng suất thì giá bán sản phẩm phải được tăng lên để bù đắp thâm hụt giá trị tài chính của mô hình sản xuất.

4. KẾT LUẬN

Bưởi da xanh là cây ăn trái có giá trị quan trọng trong lĩnh vực trồng trọt của Việt Nam. Việc đánh giá phát thải từ mô hình canh tác này sẽ góp phần quan trọng trong chiến lược phát triển bền vững nền nông nghiệp trong tương lai. Kết quả đã cho thấy, vườn bưởi da xanh canh tác theo phương pháp thông thường trong một năm đã phát thải cao hơn các vườn bưởi da xanh canh tác theo mô hình VietGAP ($3.996,1 \pm 888,5 \text{ kg-CO}_2\text{e ha}^{-1}$ và $2.688,7 \pm 994,7 \text{ kg-CO}_2\text{e ha}^{-1}$). Mặc dù, sản xuất theo VietGAP tạo năng suất thấp hơn phương pháp thông thường. Tuy nhiên, khí nhà kính phát thải tính theo trọng lượng sản phẩm thì trái bưởi da xanh canh tác theo VietGAP đạt được giá trị tốt hơn so với trái bưởi da xanh canh tác theo phương pháp thông thường (174.1 ± 57.8 và $253.8 \pm 58.7 \text{ kg-CO}_2\text{e tấn}^{-1}$).

Để giảm thiểu phát thải khí nhà kính trong canh tác bưởi da xanh, dựa vào các nghiên cứu của các loài cây có múi khác trên thế giới, 4 nhóm giải pháp tiềm năng được hệ thống như sau: 1. Tăng cường hiệu quả sử dụng phân bón hóa học; 2. Thay thế một phần phân bón hóa học hoặc canh tác hữu cơ; 3. Tối ưu hóa hiệu quả tưới tiêu và ứng dụng phương pháp tưới tiết kiệm nước; 4. Nâng cao năng suất bưởi da xanh bằng việc thay đổi phương pháp tưới DI, sử dụng PGRs và ứng dụng phân bón sinh học.

LỜI CẢM ƠN

Các tác giả xin được trân trọng cảm ơn PGS.TS. Yukihiko Tashiro – Phòng Thí nghiệm Đất và Vi sinh vật Môi trường, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Kyushu, Nhật Bản – đã tài trợ bản quyền của phần mềm MiLCA nhằm phục vụ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Aguilera, E., Guzmán, G., & Alonso, A. (2015). Greenhouse gas emissions from conventional and organic cropping systems in Spain. II. Fruit tree orchards. *Agronomy for Sustainable*

Development, 35, 725–737.

<https://doi.org/10.1007/s13593-014-0265-y>

Astiari, N. K. A., Kartini, L., Sulistiawati, N. P. A., & Rai, I. N. (2018). Efforts to produce Siamese citrus fruit out of season and fruit quality

- improvement through application of potassium nitrate and agrodyke fertilizer. *International Journal of Life Sciences*, 2(3), 48–58. <https://doi.org/10.29332/ijls.v2n3.206>
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. (2022). *Quyết định của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn số 4085/QĐ-BNN-TT ngày 27 tháng 10 năm 2022 về việc phê duyệt đề án phát triển cây ăn quả chủ lực đến năm 2025 và 2020*. Hà Nội, Việt Nam.
- Bons, H. K., Kaur, N., & Rattanpal, H. S. (2015). Quality and Quantity Improvement of Citrus: Role of Plant Growth Regulators. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 8(2), 433. <https://doi.org/10.5958/2230-732x.2015.00051.0>
- Cayuela, M. L., Aguilera, E., Sanz-Cobena, A., Adams, D. C., Abalos, D., Barton, L., Ryals, R., Silver, W. L., Alfaro, M. A., Pappa, V. A., Smith, P., Garnier, J., Billen, G., Bouwman, L., Bondeau, A., & Lassaletta, L. (2017). Direct nitrous oxide emissions in Mediterranean climate cropping systems: Emission factors based on a meta-analysis of available measurement data. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 238, 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.10.006>
- Chau, T. H. B. (2017). Using propensity score matching method to estimate the impact of VietGAP program on the health of farmers in Thua Thien Hue province, Vietnam. *Hue University Journal of Science: Economics and Development*, 126(5B), 17–31. <https://doi.org/10.26459/jed.v126i5B.4109>
- Curran, M. A. (2014). Strengths and Limitations of Life Cycle Assessment. In *Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment* (pp. 189–206). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-8697-3>
- Ennab, H. (2016). Effect of Organic Manures, Biofertilizers and NPK on Vegetative Growth, Yield, Fruit Quality and Soil Fertility of Eureka Lemon Trees (*Citrus limon* (L.) Burm). *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 7(10), 767–774. <https://doi.org/10.21608/jssae.2016.40472>
- Gadema, Z., & Oglethorpe, D. (2011). The use and usefulness of carbon labelling food: A policy perspective from a survey of UK supermarket shoppers. *Food Policy*, 36, 815–822. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.08.001>
- García-Tejero, I., Jiménez-Bocanegra, J. A., Martínez, G., Romeo, R., Durán-Zuazo, V. H., & Muriel-Fernández, J. L. (2010). Positive impact of regulated deficit irrigation on yield and fruit quality in a commercial citrus orchard [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, cv. salustiano]. *Agricultural Water Management*, 97, 614–622. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.12.005>
- Gaspar, P. D., Godina, R., & Barrau, R. (2021). Influence of orchard cultural practices during the productive process of cherries through life cycle assessment. *Processes*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/pr9061065>
- General Statistics Office of Viet Nam. (2021). *Press release of socio-economic situation in the fourth quarter and the year 2021*. <https://www.gso.gov.vn/en/data-and-statistics/2022/01/press-release-socio-economic-situation-in-the-fourth-quarter-and-2021/>
- Ghasemi-Mobtaker, H., Mostashari-Rad, F., Saber, Z., Chau, K., & Nabavi-Pelesaraei, A. (2020). Application of photovoltaic system to modify energy use, environmental damages and cumulative exergy demand of two irrigation systems-A case study: Barley production of Iran. *Renewable Energy*, 160, 1316–1334. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.07.047>
- Graefe, S., Tapasco, J., & Gonzalez, A. (2013). Resource use and GHG emissions of eight tropical fruit species cultivated in Colombia. *Fruits*, 68(4), 303–314. <https://doi.org/10.1051/fruits/2013075>
- Ha, T. M. (2014). Evaluating production efficiency and quality of leafy radish cultivated according to the Vietnamese Good Agricultural Practice (VietGAP) guideline in Northern Vietnam. *International Journal of Development Research*, 4(11), 2219–2224.
- Hà, T., & Mai, Đ. (2011). *Kỹ thuật trồng và chăm sóc bưởi*. NXB Hồng Đức.
- Hoang, H. G. (2020). Exploring farmers' adoption of VietGAP from systemic perspective: implication for developing agri-food systems. *British Food Journal*. <https://doi.org/10.1108/BFJ-09-2019-0724>
- Hondebrink, M. A., Cammeraat, L. H., & Cerdà, A. (2017). The impact of agricultural management on selected soil properties in citrus orchards in Eastern Spain: A comparison between conventional and organic citrus orchards with drip and flood irrigation. *Science of the Total Environment*, 581–582, 153–160. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.087>
- Hung, V. V., Dũng, N. V., Viên, B. C., Nghị, Đ. Q., & Yên, Đ. T. P. (2021). *Sổ tay Hướng dẫn kỹ thuật canh tác cây bưởi thích ứng với biến đổi khí hậu*. NXB Nông nghiệp.
- IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, & P. M. Midgley (eds.)). Cambridge

- University Press, Cambridge.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- Kadyampakeni, D. M., Morgan, K. T., Nkedi-Kizza, P., & Kasozi, G. N. (2015). Nutrient Management Options for Florida Citrus: A Review of NPK Application and Analytical Methods. *Journal of Plant Nutrition*, 38(4), 568–583.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2014.934470>
- Liem, L. T. T., Tashiro, Y., Tinh, P. V. T., & Sakai, K. (2022). Reduction in Greenhouse Gas Emission from Seedless Lime Cultivation Using Organic Fertilizer in a Province in Vietnam Mekong Delta Region. *Sustainability*, 14, 6102.
<https://doi.org/10.3390/su14106102>
- Loan, L. T. T., Pabuayon, I. M., Catelo, S. P., & Sumalde, Z. M. (2016). Adoption of Good Agricultural Practice (VietGAP) in the Lychee Industry in Vietnam. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 8(2), 1–12.
<https://doi.org/10.9734/AJAEES/2016/19948>
- Ma, X., Li, F., Chen, Y., Chang, Y., Lian, X., Li, Y., Ye, L., Yin, T., & Lu, X. (2022). Effects of Fertilization Approaches on Plant Development and Fertilizer Use of Citrus. *Plants*, 11(19), 1–12. <https://doi.org/10.3390/plants11192547>
- Maestre-Valero, J. F., Martín-Gorriz, B., Nicolas, E., Martínez-Mate, M. A., & Martínez-Alvarez, V. (2018). Deficit irrigation with reclaimed water in a citrus orchard. Energy and greenhouse-gas emissions analysis. *Agricultural Systems*, 159(November 2017), 93–102.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.10.017>
- Martin-Gorriz, B., Gallego-Elvira, B., Martínez-Alvarez, V., & Maestre-Valero, J. F. (2020). Life cycle assessment of fruit and vegetable production in the Region of Murcia (south-east Spain) and evaluation of impact mitigation practices. *Journal of Cleaner Production*, 265, 121656.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121656>
- Martínez-Alcántara, B., Quiñones, A., Polo, C., Primo-Millo, E., & Legaz, F. (2013). Use of Nitrification Inhibitor DMPP to Improve Nitrogen Uptake Efficiency in Citrus Trees. *Journal of Agricultural Science*, 5(2), 1–18.
<https://doi.org/10.5539/jas.v5n2p1>
- Mazis, A., Litskas, V. D., Platis, D. P., Menexes, G. C., Anagnostopoulos, C. D., Tsaboula, A. D., Mamolos, A. P., & Kalburjtji, K. L. (2021). Could energy equilibrium and greenhouse gas emissions in agroecosystems play a key role in crop replacement? A case study in orange and kiwi orchards. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(23), 29421–29431.
<https://doi.org/10.1007/s11356-021-12774-4>
- Nguyen, T. K. Q., Sano, M., & Kuga, M. (2019). Current Situation of VietGAP System in White Leg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Intensive Farming Focus on Disease Control in the Mekong Delta. *Journal of Regional Fisheries*, 59(3), 146–156.
- Okuda, H., Noda, K., Sawamoto, T., Tsuruta, H., Hirabayashi, T., Yonemoto, J. Y., & Yagi, K. (2007). Emission of N₂O and CO₂ and uptake of CH₄ in soil from a satsuma mandarin orchard under mulching cultivation in central Japan. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 76(4), 279–287.
<https://doi.org/10.2503/jjshs.76.279>
- Ozalp, A., Yilmaz, S., Ertekin, C., & Yilmaz, I. (2018). Energy Analysis and Emissions of Greenhouse Gases of Pomegranate Production in Antalya Province of Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 60(4), 321–329. <https://doi.org/10.1007/s10341-018-0380-z>
- Panigrahi, P., & Srivastava, A. K. (2016). Effective management of irrigation water in citrus orchards under a water scarce hot sub-humid region. *Scientia Horticulturae*, 210, 6–13.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.07.008>
- Pergola, M., D’Amico, M., Celano, G., Palese, A. M., Scuderi, A., Di Vita, G., Pappalardo, G., & Inglese, P. (2013). Sustainability evaluation of Sicily’s lemon and orange production: An energy, economic and environmental analysis. *Journal of Environmental Management*, 128, 674–682.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.06.007>
- Pergola, M., Persiani, A., Pastore, V., Palese, A. M., Arous, A., & Celano, G. (2017). A comprehensive Life Cycle Assessment (LCA) of three apricot orchard systems located in Metapontino area (Southern Italy). *Journal of Cleaner Production*, 142, 4059–4071.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.030>
- Praveen, B., & Sharma, P. (2019). A review of literature on climate change and its impacts on agriculture productivity. *Journal of Public Affairs*, 19(4), 1–15.
<https://doi.org/10.1002/pa.1960>
- Schaefer, F., & Blanke, M. (2014). Opportunities and Challenges of Carbon Footprint, Climate or CO₂ Labelling for Horticultural Products. *Erwerbs-Obstbau*, 56(2), 73–80.
<https://doi.org/10.1007/s10341-014-0206-6>
- Shamseldin, A., El-sheikh, M. H., Hassan, H. S. a, S., K. S., & Borg-elarab, N. (2010). Microbial Bio-Fertilization Approaches to Improve Yield and Quality of Washington Navel Orange and Reducing the Survival of Nematode in the Soil. *Journal of American Science*, 6(12), 264–271.

- http://www.jofamericanscience.org/journals/am-sci/am0612/30_3276am0612_264_271.pdf
- Sieverding, H., Kebreab, E., Johnson, J. M. F., Xu, H., Wang, M., Grosso, S. J. D., Bruggeman, S., Stewart, C. E., Westhoff, S., Ristau, J., Kumar, S., & Stone, J. J. (2020). A life cycle analysis (LCA) primer for the agricultural community. *Agronomy Journal*, 112(5), 3788–3807. <https://doi.org/10.1002/agj2.20279>
- Sustainable Management Promotion Organization. (2014). *MiLCA Guidebook (tentative)*. https://milca-milca.net/download-files/MiLCAguidebook_En.pdf
- Tan, M. Q. B., Tan, R. B. H., & Khoo, H. H. (2014). Prospects of carbon labelling - a life cycle point of view. *Journal of Cleaner Production*, 72, 76–88. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.035>
- The British Standards Institution - BSI. (2012). *Assessment of life cycle greenhouse gas emissions from horticultural products: Supplementary requirements for the cradle to gate stages of GHG assessments of horticultural products undertaken in accordance with PAS 2050 (PAS 2050-1)*. BSI Standards Limited.
- Tỉnh ủy Bến Tre. (2016). *Nghị quyết số 03-NQ/TU ngày 05 tháng 8 năm 2016 của Tỉnh ủy Bến Tre về xây dựng và hoàn thiện chuỗi giá trị sản phẩm nông nghiệp chủ lực tỉnh Bến Tre giai đoạn 2016-2020 và định hướng đến năm 2025*. TP. Bến Tre, Bến Tre.
- Tổng cục Thống kê. (2022). *Thành tựu của ngành trồng trọt - Một năm nhìn lại*. <https://www.gso.gov.vn/du-lieu-va-so-lieu-thong-ke/2022/01/thanh-tuu-cua-nganh-trong-trot-mot-nam-nhin-lai/>
- Upham, P., Dendler, L., & Bleda, M. (2011). Carbon labelling of grocery products: public perceptions and potential emissions reductions. *Journal of Cleaner Production*, 19, 348–355. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.05.014>
- Ủy ban Nhân dân tỉnh Bến Tre. (2018). *Quyết định số 2882/QĐ-UBND của UBND tỉnh Bến Tre ngày 28 tháng 12 năm 2018 về việc phê duyệt đề án chương trình mỗi xã một sản phẩm tỉnh Bến Tre giai đoạn 2018-2020, định hướng đến năm 2030*. TP. Bến Tre, Bến Tre.
- Ủy ban Nhân dân tỉnh Bến Tre. (2021). *Kế hoạch số 5069/KH-UBND của UBND tỉnh Bến Tre về việc triển khai đề án thúc đẩy xuất khẩu nông lâm thủy sản đến năm 2030 trên địa bàn tỉnh Bến Tre*. TP. Bến Tre, Bến Tre.
- Vinyes, E., Asin, L., Alegre, S., Gasol, C. M., & Muñoz, P. (2018). Carbon footprint and profitability of two apple cultivation training systems: Central axis and Fruiting wall. *Scientia Horticulturae*, 229(June 2017), 233–239. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.046>
- Wen, M., Zhang, J., Zheng, Y., & Yi, S. (2021). Effects of Combined Potassium and Organic Fertilizer Application on Newhall Navel Orange Nutrient Uptake, Yield, and Quality. *Agronomy*, 11, 1990. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101990>