

THIẾT KẾ VÀ ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA DUNG DỊCH DINH DƯỠNG ĐẾN SINH TRƯỞNG, PHÁT TRIỂN VÀ CHẤT LƯỢNG CỦA CÂY XÀ LÁCH (*Lactuca sativa*) TRÊN HỆ THỐNG THỦY CANH HỒI LƯU

La Việt Hồng^{1,*}, Chu Đức Hà², Nguyễn Đình Hải³, Dương Thị Thanh Thảo⁴

¹ Trường ĐHSP Hà Nội 2, * Email: laviethong@hpu2.edu.vn

² Trường ĐH Công nghệ, ĐHQG Hà Nội

³ Trường Đại học Thành Đông

⁴ Trường Đại học Thủ Đô Hà Nội

TÓM TẮT

Xanh hóa đô thị được xem là một trong những giải pháp thân thiện với môi trường và tạo ra những hiệu ứng tích cực cho quá trình phát triển của các thành phố lớn. Trong nghiên cứu này, hệ thống thủy canh hồi lưu đã được thiết kế và xây dựng ở quy mô phòng thí nghiệm để trồng thử nghiệm cây xà lách (*Lactuca sativa*). Kết quả cho thấy, sử dụng các loại dung dịch dinh dưỡng khác nhau có ảnh hưởng đến sinh trưởng, phát triển, năng suất và chất lượng của cây xà lách. Trong đó, sử dụng dung dịch Hoagland M là công thức tốt nhất cho trồng xà lách, số lá/cây và khối lượng tươi ở thời điểm 30 ngày được ghi nhận là 17,00 và 130,67 g/cây, trong khi hàm lượng diệp lục và cường độ quang hợp đạt 36,70 và 13,57 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Đáng chú ý, phân tích chất lượng cho thấy tất cả các mẫu xà lách trồng thủy canh có hàm lượng nitrate trong lá thấp, đảm bảo an toàn thực phẩm. Kết quả của nghiên cứu này có thể cung cấp những dẫn liệu khoa học quan trọng nhằm xây dựng hệ thống thủy canh hồi lưu cho cây xà lách và các đối tượng cây rau quan trọng khác.

Từ khóa: cây xà lách, dung dịch dinh dưỡng, phát triển, sinh trưởng, thủy canh hồi lưu

ABSTRACT

Greening cities have been considered as one of the major eco-friendly approaches to provide various positive effects on urbanizations. In this study, the ebb-and-flow hydroponic system has been successfully designed and constructed for the lettuce (*Lactuca sativa*) cultivation at the laboratory scale. As the result, we found that the application of numerous nutritional solutions could exhibit different growth, development, productivity, and quality of lettuce. Among them, Hoagland M was highly recommended as the best formula for lettuce cultivation as the leaves per plant and fresh weights of 30-day-old lettuce were 17.00 and 130.67 g/plant, respectively, while the total chlorophyll content and the rate of photosynthesis were 36.70 and 13.57 $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2/\text{hour}$, respectively. Noticeably, quality analyses also demonstrated that whole lettuce samples were safe due to the low accumulation of nitrate in leaves. Taken together, our study could provide a critical understanding for further establishment of the ebb-and-flow hydroponic system for lettuce and other important vegetables.

Keywords: lettuce, nutritional solution, development, growth, ebb-and-flow hydroponic

1. Đặt vấn đề

Đô thị hóa là một quá trình tất yếu đang diễn ra trên thế giới và tại Việt Nam. Tỷ lệ đô thị hóa nhanh, với sức ép gia tăng dân số, đã gây ra tác động xấu đến môi trường, điển hình như gây ra tình trạng đảo nhiệt đô thị cũng như thu hẹp diện tích cây xanh trong thành phố (Dennis & ctv, 2019). Với tình hình như vậy, xanh hóa các khu vực sân thượng được xem là một trong những giải pháp hữu ích nhằm cải thiện ô nhiễm không khí, giảm thiểu ô nhiễm tiếng ồn, giảm hiệu ứng đảo nhiệt đô thị, từ đó góp phần hạn chế tác động của đô thị hóa (Qianqian & ctv, 2019).

Cho đến nay, đã có rất nhiều nghiên cứu được ghi nhận về việc xanh hóa các không gian trong đô thị. Trong đó, xây dựng các hệ thống giàn treo kết hợp với trồng thủy canh được ghi nhận là một trong những giải pháp xanh hóa bền vững và đem lại hiệu quả cho người sử dụng (Li & Babcock, 2014). Một số mô hình đã được áp dụng thành công trên loài *Silene vulgaris* và *Lagurus ovatus* (Ondono & ctv, 2016), *Portulaca grandiflora* (Vijayaraghavan & ctv, 2017), hoa bướm (*Viola × wittrockiana*), hải đăng Madagascar (*Catharanthus roseus*) và hoa lily Pavia (*Longiflorum × Asiatic lilies*) (A'Saf & ctv, 2020). Tuy nhiên, không có nhiều nghiên cứu ghi nhận về trồng cây xà lách (*Lactuca sativa*), một trong những loại cây rau ăn lá quan trọng, bằng hệ thống thủy canh hồi lưu trong khuôn viên đô thị.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xây dựng một hệ thống thủy canh hồi lưu dạng giàn treo hoàn chỉnh cho trồng rau xà lách trong điều kiện phòng thí nghiệm để bước đầu tìm hiểu ảnh hưởng của các dung dịch thủy canh đến sinh trưởng, phát triển và chất lượng của cây xà lách.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Cây *L. sativa* giống mô hình Salinas được cung cấp bởi Trung tâm tài nguyên thực vật, bảo quản và lưu giữ tại khoa Sinh - Kỹ thuật nông nghiệp, Đại học Sư phạm Hà Nội 2. Nghiên cứu cũng sử dụng ba loại dung dịch dinh dưỡng, bao gồm Knop (Flinn Scientific, Canada), Hoagland (Hoagland, 1920), và Hoagland M được chuẩn bị trong nghiên cứu này dựa trên Hoagland với hàm lượng các $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ giảm một nửa. Các vật tư để thiết kế hệ thống nông nghiệp cần thiết.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp thu thập các chỉ tiêu sinh lý: Cường độ quang hợp được xác định bằng máy đo cường độ quang hợp cầm tay TPS-2 (PP Systems, Hoa Kỳ), hàm lượng diệp lục tổng số được đo bằng máy đo hàm lượng diệp lục Chlorophyll meter SPAD 502 (Molnita, Nhật Bản).

- Phương pháp thu thập các chỉ tiêu sinh trưởng: Các chỉ tiêu sinh trưởng, bao gồm số lá/cây, khối lượng tươi (g/cây) được xác định sau 30 ngày trồng trên hệ thống. Phương pháp thu

thập và đánh giá số liệu được tiến hành dựa theo tiêu chuẩn TCVN 9016:2011 về rau tươi - phương pháp lấy mẫu trên ruộng sản xuất.

- Phương pháp thu thập các chỉ tiêu chất lượng: Hàm lượng đường tổng số (%) trên các mẫu xà lách được xác định bằng thiết bị đường kế Refractometer dựa theo mô tả trong nghiên cứu gần đây (Wilson & ctv, 1982). Hàm lượng vitamin C trong lá (acid ascorbic, mg/100g) được xác định bằng phương pháp chuẩn độ theo hướng dẫn gần đây (Sauberlich & ctv, 1982). Lượng nitrate trong lá rau được xác định bằng phương pháp quang phổ theo mô tả của Nguyễn Văn Mã & ctv, 2013.

- Phương pháp phân tích và xử lý số liệu: Số liệu thí nghiệm được xử lý bằng công cụ Microsoft Excel theo các tham số thống kê.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

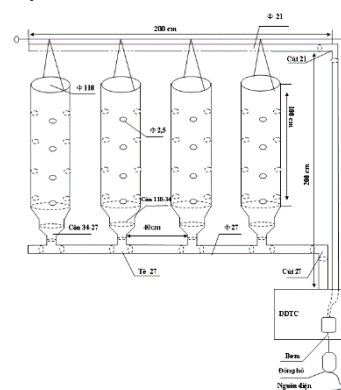
Nghiên cứu này được thực hiện từ tháng 11/2020 đến tháng 05/2021 tại trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Xây dựng hệ thống thủy canh hồi lưu cải tiến trồng xà lách

Để thiết kế hệ thống thủy canh hồi lưu trồng xà lách quy mô phòng thí nghiệm, một số mô hình đã được tham khảo và cải tiến. Theo đó, hệ thống vườn treo thủy canh được xây dựng theo nguyên lý thủy canh hồi lưu, nghĩa

là dung dịch dinh dưỡng được bơm qua để chảy xuống theo trọng lực, mang theo O_2 tới rễ, tạo thuận lợi cho quá trình hô hấp rễ, lượng dịch dư thừa được tuần hoàn và tái sử dụng. Hơn nữa, hệ thống thủy canh hồi lưu cũng giúp cho sự tiếp xúc giữa dinh dưỡng với bề mặt rễ tốt hơn.



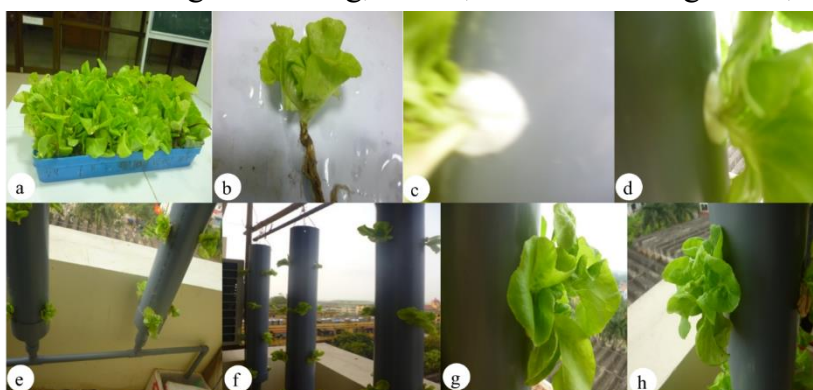
Hình 1. Sơ đồ hệ thống thủy canh hồi lưu cải tiến

Trong nghiên cứu này, dung dịch dinh dưỡng được lắp đặt để chảy/roi từ ống cấp ngang ($\phi = 21$ mm) xuống ống nuôi trồng đứng ($\phi = 110$ mm) để tránh hiện tượng rễ bị ngập úng (Hình 1). Trên mỗi ống treo, các lỗ ($\phi = 2,5$ mm) được khoan cách nhau góc 120° , với hàng lỗ phía dưới lệch 60° so với hàng trên, tương tự như trong các nghiên cứu trước đây nhằm đảm bảo cho cây thu nhận được ánh sáng một cách tối ưu nhất. Quá trình thiết kế, lắp đặt được minh họa ở Hình 1 và 2, trong khi thử nghiệm trồng cây rau xà lách được thể hiện ở Hình 3.



Hình 2. Thiết kế và thi công lắp ghép hệ thống thủy canh hồi lưu cải tiến quy mô phòng thí nghiệm.

- a. Lỗ khoan trên ống PVC ($\phi = 110$ mm); b. Ống thu;
- c. Xơ dừa bên trong ống ($\phi = 110$ mm);
- d. Phần kết của ống cấp ngang ($\phi = 21$ mm) được bịt lại;
- e. Phần kết nối giữa ống $\phi = 110$ mm và $\phi = 21$ mm);
- f. Đồng hồ tự động, ổ cắm; g. Bơm, thùng dung dịch.



Hình 3. Rau trồng trên hệ thống thủy canh cải tiến.

- a-b. Giống cây xà lách con;
- c. Bông được quấn quanh phần thân-cổ rễ cây xà lách;
- d. Đặt cây xà lách lên hệ thống; e-f, g-h. Rau trồng trên hệ thống sau 7 và 14 ngày.

3.2. Đánh giá ảnh hưởng của dung dịch dinh dưỡng đến một số chỉ tiêu sinh lý và sinh trưởng của cây xà lách

Để hoàn thiện quy trình trồng xà lách bằng hệ thống thủy canh hồi lưu, ba loại dung dịch dinh dưỡng cơ bản, bao gồm Knop, Hoagland và Hoagland M.

Theo đó, các chỉ tiêu sinh lý và sinh trưởng của cây xà lách, bao gồm số lá/cây, khối lượng tươi, hàm lượng diệp lục và cường độ quang hợp đã được xác định sau 30 ngày trồng. Kết quả được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Một số đặc điểm sinh lý và sinh trưởng của cây xà lách trồng trong hệ thống thủy canh hồi lưu bằng các công thức dinh dưỡng khác nhau

Công thức dinh dưỡng	Số lá/cây	Khối lượng tươi (g)	Hàm lượng diệp lục (SPAD)	Cường độ quang hợp ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)
Knop	12,33 $\pm$ 1,53 ^b	92,00 $\pm$ 3,00 ^c	27,77 $\pm$ 1,94 ^c	9,13 $\pm$ 0,50 ^b
Hoagland	13,33 $\pm$ 1,53 ^b	115,33 $\pm$ 4,16 ^b	33,00 $\pm$ 2,00 ^b	10,20 $\pm$ 0,20 ^b
Hoagland M	17,00 $\pm$ 1,00 ^a	130,67 $\pm$ 5,13 ^a	36,70 $\pm$ 1,48 ^a	13,57 $\pm$ 0,96 ^a
<i>LSD</i> _{0,05}	2,74	8,73	3,63	1,27

Ghi chú: trong cùng 1 cột, ký tự theo sau a, b, c, ... khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê với $\alpha=0,05$

Kết quả cho thấy, các dung dịch dinh dưỡng có ảnh hưởng khác nhau đến các chỉ tiêu sinh trưởng của cây xà lách. Trong đó, cây xà lách trồng trong hệ thống thủy canh hồi lưu sử dụng dung dịch Knop thể hiện các chỉ tiêu thấp nhất. Cụ thể, các đặc điểm sinh trưởng của cây xà lách sau 30 ngày tuổi được ghi nhận lần lượt là 12,33 lá/cây, khối lượng tươi đạt 92,00 g, trong khi hàm lượng diệp lục và cường độ quang hợp chỉ đạt 27,77 và 9,13 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Bảng 1). Trong khi đó, sử dụng dung dịch dinh dưỡng Hoagland M cho kết quả sinh trưởng và phát triển của cây xà lách tốt nhất, số lá/cây đạt 17,00, khối lượng tươi đạt 130,67 (g/cây), hàm lượng diệp lục và cường độ quang hợp tương ứng là 36,70 và 13,57 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Trong nghiên cứu trước đây, môi trường Murashighe & Skoog (MS) cũng đã được sử dụng trong trồng thủy canh xà lách tại Đồng Tháp (Vo, 2015). Kết quả theo dõi sau 30 ngày cho thấy, cây xà lách trồng thủy canh trong dung dịch $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{15}$ và $\frac{1}{20}$ MS có số lá/cây

đạt lần lượt là 12,2; 12,0; 12,9 và 12,4; trong khi khối lượng cây cũng đạt 102,4; 100,7; 113,7 và 113,2 g/cây (Vo, 2015), ở mức thấp hơn so với kết quả thu được trong nghiên cứu này. Hơn nữa, cây xà lách trồng trong đất, sau 30 ngày thu hoạch có số lá/cây và khối lượng cây đạt 11,9 và 94,4 g/cây (Vo, 2015). Như vậy, trồng xà lách bằng phương pháp thủy canh sử dụng dung dịch dinh dưỡng tốt hơn trồng trên đất và dung dịch dinh dưỡng thích hợp nhất cho trồng thủy canh hồi lưu cây xà lách là Hoagland M.

3.3. Đánh giá ảnh hưởng của dung dịch dinh dưỡng đến một số chỉ tiêu chất lượng của cây xà lách

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của ba dung dịch dinh dưỡng tiếp tục được khảo sát đến các chỉ tiêu chất lượng của cây xà lách. Theo đó, hàm lượng đường tổng số, hàm lượng vitamin C và dư lượng nitrate được phân tích trên lá cây xà lách giai đoạn thu hoạch dựa theo những nghiên cứu trước đây. Kết quả được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Một số chỉ tiêu chất lượng của cây xà lách trồng trong hệ thống thủy canh hồi lưu bằng các công thức dinh dưỡng khác nhau

Công thức	Đường tổng số (%)	Vitamin C (mg/100 g)	Nitrate (mg/kg)
Knop	5,80 ±0,20 ^c	5,50 ±0,26 ^c	202,3±4,04 ^a
Hoagland	6,70 ±0,10 ^b	6,83 ±0,15 ^b	200,0±5,00 ^a
Hoagland M	7,80 ±0,20 ^a	8,57 ±0,21 ^a	187,6±2,52 ^b
<i>LSD</i> _{0,05}	0,34	0,42	7,96

Ghi chú: trong 1 dòng, ký tự theo sau a, b, c,... khác nhau thể hiện sự sai khác có ý nghĩa thống kê với $\alpha=0,05$

Kết quả cho thấy hàm lượng đường tổng số dao động từ 5,8 (công thức sử dụng Knop) - 7,8 % (công thức sử dụng Hoagland M). Tiếp theo, lượng vitamin C đo được ở lá xà lách sau 30 ngày trồng trong hệ thống thủy canh hồi lưu với các công thức dinh dưỡng đạt từ 5,8 (công thức sử dụng Knop) đến 8,57 mg/100 g lá (công thức sử dụng Hoagland M). Quan trọng hơn cả, nghiên cứu cũng đã phân tích dư lượng nitrate trong các mẫu lá thu được ở ba công thức dung dịch dinh dưỡng. Kiểm tra cho thấy toàn bộ các mẫu lá đều có dư lượng nitrate nhỏ hơn mức quy định tối thiểu (1500 mg/kg lá) (MOH, 1998). Theo đó, sử dụng dung dịch dinh dưỡng Hoagland M trong thủy canh hồi lưu cho kết quả lượng nitrate tồn dư trong lá xà lách sau 30 ngày đạt 187,6 mg/kg lá.

Các số liệu này cũng đồng thuận với những kết quả được ghi nhận trong nghiên cứu gần đây (Vo, 2015). Cụ thể, hàm lượng đường tổng số đo ở mẫu lá xà lách sau 30 ngày trồng thủy canh với các công thức đạt từ 3,25 (công thức $\frac{1}{5}$ MS) đến 3,75 % (công thức $\frac{1}{15}$ MS), trong khi vitamin C được ghi nhận từ

3,55 (công thức $\frac{1}{5}$ MS) đến 4,10 mg/100 g lá (công thức $\frac{1}{15}$ MS). Dư lượng nitrate ở lá xà lách 30 ngày tuổi trồng trong các công thức sử dụng dung dịch dinh dưỡng MS cũng đạt dưới ngưỡng quy định rất xa. Trong khi đó, xà lách trồng trong đất có hàm lượng đường tổng số đạt 3,2 %, vitamin C đạt 3,30 mg/100 g lá, lượng nitrate đạt 183,08 mg/kg. Tóm lại, các kết quả này đã chứng minh rằng cây xà lách trồng trong điều kiện thủy canh hồi lưu với các công thức dinh dưỡng khác nhau đều an toàn.

4. Kết luận và Đề nghị

4.1. Kết luận

Đã thiết kế thành công hệ thống thủy canh hồi lưu cải tiến quy mô phòng thí nghiệm phục vụ cho trồng rau xà lách an toàn. Hệ thống giàn treo được thiết kế dựa trên nguyên tắc của phương pháp thủy canh hồi lưu để tăng cường khả năng nhận dinh dưỡng của cây và tiết kiệm nguồn nước tưới.

Cây xà lách trồng thủy canh hồi lưu bằng dung dịch dinh dưỡng Hoagland M sinh trưởng và phát triển tốt nhất, số lá/cây và khối lượng tươi được ghi nhận

ở thời điểm 30 ngày đạt 17,00 và 130,67 g/cây, hàm lượng diệp lục và cường độ quang hợp đạt 36,70 và 13,57 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Cây xà lách trồng thủy canh hồi lưu bằng các dung dịch dinh dưỡng đều có lượng nitrate ở mức cho phép. Trong đó, cây trồng bằng dung dịch Hoagland M cho chất lượng tốt nhất, hàm lượng đường đạt 7,8 %, vitamin C đạt 8,57 mg/100 g lá.

4.2. Đề nghị

Nghiên cứu này sẽ được tiếp tục nhằm mở rộng quy mô trồng cây xà lách bằng phương pháp thủy canh hồi lưu và phát triển hệ thống cảm biến đánh giá tự động bằng công nghệ IoT.

Tuyên bố không có bất kỳ mâu thuẫn nào giữa các tác giả (Conflict of interest declaration). Chúng tôi không có bất kỳ mẫu thuẫn nào trong quá trình thực hiện nghiên cứu và chuẩn bị bản thảo này.

TÀI LIỆU TRÍCH DẪN

- [1] A'Saf, S., Al-Ajlouni, M. G., Ayad, J. Y., Othman, Y. A., St Hilaire, R., (2020). Performance of six different soilless green roof substrates for the Mediterranean region. *Sci Total Environ* 730, 139182.
- [2] Dennis, M., Scaletta, K. L., James, P. (2019). Evaluating urban environmental and ecological landscape characteristics as a function of land-sharing-sparing, urbanity and scale. *PloS One* 14(7), e0215796. Retrieved March 5, 2021, from <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0215796>
- [3] Hoagland, R. (1920). Optimum nutrient solutions for plants. *Science* 52(1354), 562-564.
- [4] Li, Y., Babcock, R. W. (2014). Green roof hydrologic performance and modeling: a review. *Water Sci Technol* 69(4), 727-738.
- [5] MOH (Ministry of Health). (1998) Decision No. 867/1998/QĐ-BYT. The promulgation of a list of hygiene standards for food and food. Retrieved October 25, 2020, from <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/The-thao-Y-te/Quyết-dinh-867-1998-QĐ-BYT-Danh-muc-tieu-chuan-ve-sinh-luong-thuc-thuc-pham-53096.aspx?tab=5>
- [6] Nguyen, M.V., La, H.V., Ong, P.X. (2013). *Methods in plant physiology*. Ha Noi, Viet Nam: Vietnam National University Publishing House.
- [7] Ondono, S., Martinez-Sanchez, J. J., Moreno, J. L. (2016). The composition and depth of green roof substrates affect the growth of *Silene vulgaris* and *Lagurus ovatus* species and the C and N sequestration under two irrigation conditions. *J Environ Manag* 166, 330-340.
- [8] Qianqian, Z., Liping, M., Huiwei, W., Long, W. (2019). Analysis of the effect of green roof substrate amended with biochar on water quality and quantity of rainfall runoff. *Environ Monit Assess* 191(5), 304.
- [9] Sauberlich, H. E., Green, M. D., Omaye, S.T. (1982). Determination of ascorbic acid and dehydroascorbic acid. In Paul, A.S., Bert M.T., (Ed.). *Ascorbic acid: Chemistry, metabolism, and uses* (199-221). Advances in Chemistry; American Chemical Society: Washington, DC.

- [10] Vijayaraghavan, K., Arockiaraj, J., Kamala-Kannan, S. (2017). *Portulaca grandiflora* as green roof vegetation: Plant growth and phytoremediation experiments. *Int J Phytoremediation* 19(6), 537-544.
- [11] Vo P.T. (2015). Effects of murashighe and skoog's solution on growth, development, yield and quality of salad cultivated based on the hydroponic technique in Dong Thap province. *The 6nd National scientific conference on Ecology and Biological resources* (1579-1583). Hanoi, Institute of Ecology and Biological Resources - IEBR. Retrieved May 10, 2020, from <http://www.iebr.ac.vn/database/HNTQ6/1579.pdf>
- [12] Wilson, C. W., Shaw, P. E., Campbell, C. W. (1982). Determination of organic acids and sugars in guava (*Psidium guajava* L.) cultivars by high-performance liquid chromatography. *J Sci Food Agric* 33(8), 777-780.