

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG SÂM NON HÀN QUỐC ĐƯỢC NUÔI TRỒNG KHÍ CANH TẠI VIỆT NAM

Đền tòa soạn 04-10-2023

Ngô Việt Đức^{1*}, Hoàng Lê Tuấn Anh¹, Ngô Văn Hiếu¹, Phạm Văn Công¹,
Đỗ Thị Thu Hiền¹, Vũ Thị Trang¹, Nguyễn Văn Dân¹, Đỗ Hoàng Thịnh^{2,3},
Dương Thị Thùy Vân⁴

¹ Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Công nghệ,
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

² Lab Nghiên cứu ứng dụng công nghệ cao, Viện Khoa học tính toán và Trí tuệ nhân tạo,
Trường Đại học Văn Lang

³ Khoa Công nghệ ứng dụng, Trường Đại học Văn Lang

⁴ Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Tôn Đức Thắng

*Email: ngovietduc.cretech@gmail.com

SUMMARY

EVALUATION OF QUALITY OF GINSENG SPROUTS (*Panax ginseng* CA Meyer) AEROPONICALLY GROWN IN VIETNAM

The objective of this study is to evaluate the growth and functional components of ginseng sprouts aeroponically grown in Vietnam. One-year-old ginseng roots were used in a controlled-environmental aeroponic system including, temperature, humidity, light, pH, and EC. The growth characteristics of ginseng sprouts consisting of plant height, stem length, plant weight, and stem diameter were measured after 30 days of transplanting. Furthermore, functional components (total saponin, total polysaccharide, and total flavonoid) in root, leaf and stem were also extracted. Results showed that the plant height and stem length of ginseng sprouts grown in Vietnam were higher than those grown in South Korea. The content of saponin and flavonoid in the leaf and stem was higher than that in the root, whereas the content of polysaccharides in the leaf and stem was lower than that in the root. Additionally, the content of ginsenosides (e.g. Rg1, Re, Rf, Rb1) in ginseng sprouts grown in Vietnam was lower than those grown in South Korea in both traditional farming and aeroponical methods.

Keywords: ginseng sprout, saponin, polysaccharide, flavonoid, aeroponic.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhân sâm là tên gọi của các thảo dược có nguồn gốc từ rễ của một số loại cây thuộc họ Ngũ gia bì hay họ Cuồng (*Araliaceae*). Một trong những loại nhân sâm được sử dụng và nghiên cứu phổ biến nhất là nhân sâm Cao Ly hay nhân sâm Hàn Quốc [1]. Ngày nay, với sự phát triển của khoa học công nghệ và sự cải tiến kỹ thuật trồng, nhân sâm đã được trồng trên quy mô công nghiệp với các điều kiện được kiểm soát như nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ

CO₂, ánh sáng, dinh dưỡng... Đồng thời với sự phát triển của xã hội và đời sống con người, nhu cầu sử dụng nhân sâm như một thực phẩm bổ sung ngày càng cao. Do đó, nhân sâm ở thời kỳ đang phát triển (dưới 3 năm tuổi) cũng đã được nghiên cứu và sử dụng rộng rãi. Theo các nghiên cứu gần đây nhân sâm non được định nghĩa là: nhân sâm được trồng dưới 3 năm có đầy đủ thân lá và củ. Nhân sâm non được sử dụng toàn bộ các bộ phận bao gồm thân, lá và củ như một thực phẩm thông thường.

Nhóm tác giả Chung (2016) đã so sánh hàm lượng của 23 hợp chất phenolic của sâm từ 3 ~ 6 năm tuổi giữa các bộ phận khác nhau như lá, củ, quả [2]. Nhóm tác giả kết luận rằng tổng hàm lượng của hợp chất phenol trong củ và quả tăng theo thời gian nuôi trồng, trong khi tổng hàm lượng phenol trong lá lại giảm dần theo thời gian nuôi trồng. Trong một nghiên cứu của nhóm tác giả Yu (2016), tác dụng của hàm lượng dung dịch dinh dưỡng đã được so sánh trên sâm 2 năm tuổi được trồng bằng hệ thống thủy canh [3]. Từ kết quả của nhóm tác giả cho thấy, hàm lượng ginsenoside thu thập được từ lá có hàm lượng cao hơn rất nhiều so với củ sâm. Tuy nhiên, tổng hàm lượng ginsenoside trong lá lại giảm dần theo thời gian trong khi hàm lượng ginsenoside trong củ lại tăng dần.

Đối với hệ thống khí canh, nhóm tác giả Kim (2012) đã nghiên cứu phát triển một hệ thống khí canh để trồng cây nhân sâm non trong thời gian ngắn (khoảng 4 tháng) bằng cách sử dụng củ giống nhân sâm 1-năm-tuổi [4]. Nhân sâm non có thể sử dụng như một loại rau thực phẩm chức năng hay một loại thực phẩm chất lượng cao. Trong nghiên cứu này, các tác giả đã nghiên cứu tác động của một số chế phẩm sinh học tự nhiên tới sự phát triển của nhân sâm non và hàm lượng ginsenoside. Kết quả chỉ ra rằng tổng hàm lượng ginsenoside trong lá và củ là cao nhất với cây sâm non được trồng với enzyme Manda. Đồng thời các chỉ số sinh trưởng của cây (diện tích lá, đường kính gốc, khối lượng rễ) trong điều kiện ánh sáng tự nhiên trong khoảng 12,000 ~ 15,000 lux cũng tốt hơn so với điều kiện ánh sáng yếu (4,000 ~ 6,000 lux). Trong một nghiên cứu gần đây của nhóm tác giả Song (2021), tác dụng của nước được xử lý bằng plasma tới sự sinh trưởng và hoạt chất trong sâm non đã được tiến hành [5]. Củ nhân sâm giống 2-năm-tuổi được thu hoạch tại nông trại trồng sâm ở tỉnh Geumsan, Hàn Quốc. Nước plasma cũng được sử dụng để trồng sâm non trong hệ thống nuôi trồng khí canh. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng sâm non được trồng bằng nước plasma có hàm lượng amino acid và ginsenoside sau 25 ngày trồng cao hơn bình thường. Tương tự như nghiên cứu của nhóm tác giả Song, tác giả Jeon và cộng sự (2021) cũng sử dụng ánh sáng đèn LED và nước plasma để trồng sâm non trong hệ thống thủy canh [6]. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ

ra rằng nước plasma có ảnh hưởng tích cực tới sự sinh trưởng và hàm lượng hoạt chất có trong sâm non.

Hiện nay, tại Việt Nam đã có một số đơn vị và cá nhân đã triển khai trồng thử nghiệm sâm non Hàn Quốc nhằm đáp ứng nhu cầu thị trường. Tuy nhiên, vẫn chưa có các công bố về chất lượng sâm non được nuôi trồng tại Việt Nam, đặc biệt đối với hệ thống nuôi trồng công nghệ cao như hệ thống khí canh. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này nhằm đánh giá sự sinh trưởng và chất lượng sâm non Hàn Quốc được trồng tại Việt Nam bằng phương pháp khí canh.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Củ giống nhân sâm 1-năm-tuổi (*Panax ginseng* CA Meyer) được thu mua tại vùng Geumsan, Hàn Quốc. Củ giống được lựa chọn nghiên cứu là những củ khỏe, có đầu mầm, không bị thối nhũn hoặc nấm bệnh. Củ giống có khối lượng khoảng 0,7 ~ 0,8g và được trữ trong tủ mát (nhiệt độ 1 ~ 2°C trước khi được trồng trong hệ thống khí canh.



Hình 1. Củ giống nhân sâm 1-năm-tuổi

2.2. Hệ thống khí canh

Hệ thống trồng sâm khí canh được thiết kế và lắp đặt trong phòng kín. Hệ thống khí canh được thiết kế gồm 3 tầng trồng, 9 chậu trồng cây cho mỗi tầng. Khay trồng sâm mỗi giàn có tổng số lỗ để trồng cây là 228 lỗ với khoảng cách cây là 120 mm, khoảng cách hàng là 120 mm. Cây được chăm sóc bằng phương pháp khí canh hồi lưu. Trong thùng dinh dưỡng được lắp đặt bơm phân phối và lọc nước tuần hoàn. Dinh dưỡng sau khi được cung cấp lên các chậu trồng cây sẽ hồi lưu về thùng chứa và được xử lý bằng hệ thống lọc vi sinh và khử khuẩn bằng tia UV.



Hình 2. Hệ thống trồng sâm khí canh

Bảng 1. Điều kiện trồng sâm non khí canh

STT	Thông số	Nội dung	Tài liệu tham khảo
1	Loại ánh sáng	LED Xanh : Đỏ (Tỉ lệ 1: 3)	[7]
2	Cường độ sáng (lux)	5000	[4]
3	Thời gian chiếu sáng (ngày/đêm)	0 giờ (thời kỳ kích mầm) 2/22 giờ (thời kỳ nuôi cây dài) 16/8 (thời kỳ phát triển)	[8]
4	Nồng độ dinh dưỡng EC (dS.cm ⁻¹)	1,0 ± 0,1	[9], [10]
5	Nhiệt độ (°C)	23 ± 0,5	[4], [7], [11]
6	Độ ẩm (%)	70 ± 5	[10]
7	Nồng độ CO ₂ (ppm)	400 ± 50	[7], [10]
8	Độ pH	6,0 ± 0,5	[5], [9]

2.4. Phương pháp phân tích

Sâm non sau khi được trồng trên hệ thống khí canh trong 30 ngày sẽ được thu hoạch và thu thập các số liệu. Để đánh giá sự sinh trưởng của sâm non các chỉ số sinh trưởng được thu thập gồm: chiều cao cây, chiều dài thân, khối lượng cây, đường kính thân cây. Ngoài ra, hàm lượng được chất trong cây cũng được phân tích. Cụ thể, tổng hàm lượng saponin, polysaccharide, và flavonoid trong sâm giống (củ, thân và lá) trước khi trồng và sau khi trồng được phân tích để so sánh. Để đánh giá sâu hơn về hàm lượng được chất trong sâm non được trồng tại Việt Nam, các hoạt chất ginsenoside Rg1, Re, Rf, Rb1 trong củ và thân, lá cũng được phân tích và so sánh với chất lượng sâm non được trồng tại Hàn Quốc.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Đánh giá hình thái sâm non trồng trong hệ thống khí canh tại Việt Nam

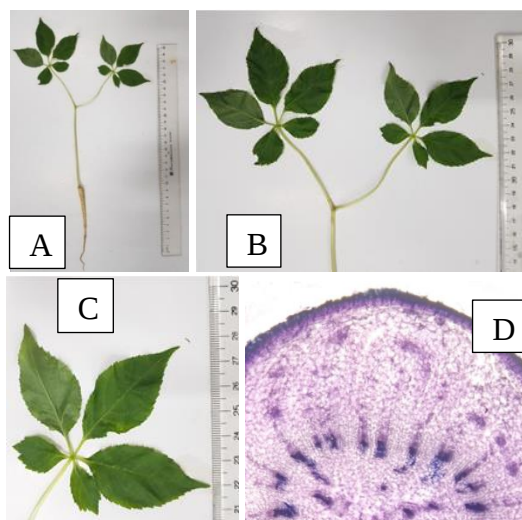
Sâm non được thu hoạch sau 30 ngày trồng trong hệ thống khí canh tại Việt Nam được đánh giá

2.3. Điều kiện trồng sâm non

Các điều kiện được kiểm soát trong nhà trồng sâm non khép kín bao gồm: nhiệt độ, độ ẩm, nồng độ CO₂, ánh sáng, cường độ sáng, thời gian chiếu sáng, độ pH, nồng độ dinh dưỡng EC. Các điều kiện cụ thể được tham khảo từ nhiều nguồn tài liệu mà nhóm nghiên cứu đã tập hợp lại trong bảng 1 dưới đây:

hình thái toàn cây. Cây sâm non Hàn Quốc trồng bằng phương pháp khí canh tại Việt Nam có chiều dài từ 20 ~ 35 cm. Lá mọc vòng có cuống dài, lá kép gồm nhiều lá chét mọc thành hình chân vịt. Cây có khoảng 1 ~ 2 lá kép, mỗi lá kép có 3 ~ 5 lá chét, hình trứng, chóp nhọn, mép lá chét có răng cưa, cả 2 mặt đều có lông, lá chét chính giữa lớn hơn cả. Rễ cái hình trụ tròn, dài khoảng 8 cm đến 13 cm, đường kính khoảng 0,5 cm đến 0,7 cm mặt ngoài màu vàng hơi xám, có nếp nhăn dọc rõ, thô, không liên tục, rải rác và nông, phần dưới có 2 ~ 3 rễ nhánh và nhiều rễ con nhỏ. Thân rễ sát ở đầu rễ, dài 0,2 ~ 0,3 cm, đường kính 0,3 ~ 0,5 cm, thường cong và co lại. Thề chất xốp, bề mặt bẻ màu trắng hơi vàng. Mùi thơm đặc trưng, vị hơi đắng và hậu ngọt.

Vì phẫu củ sâm non cho thấy tầng bản có một số hàng tế bào (Hình 3D). Vỏ hẹp, phía ngoài libe, phía các mô mềm, có những ống chứa chất tiết màu vàng. Tầng phát sinh hình vòng tròn, tia gỗ xếp thành dãy xuyên tâm, gián đoạn mô mềm có chứa những cụm tinh thể calci oxalat.



Hình 3. Hình thái sâm non Hàn Quốc trồng tại Việt Nam

Bảng 2. So sánh sự sinh trưởng của sâm non trồng tại Việt Nam và Hàn Quốc

STT	Thông số đo	Sâm non trồng tại Việt Nam	Sâm non trồng tại Hàn Quốc	
		Giá trị	Giá trị	Tài liệu
1	Chiều cao cây (mm)	258,00 ± 18,80	228,00 ± 26,70	[6]
2	Chiều dài thân (mm)	147,00 ± 15,40	112,00 ± 18,00	[6]
3	Đường kính thân (mm)	1,70 ± 0,27	1,80	[12]
4	Khối lượng cây (g)	0,70 ± 0,91	1,20	[12]

3.3. Đánh giá hàm lượng hoạt chất trong sâm non trồng tại Việt Nam

Bảng 3 trình bày hàm lượng saponin tổng số, polysaccharide tổng số và flavonoid tổng số trong củ, thân và lá của sâm non trước khi trồng và sau khi trồng trong hệ thống khí canh tại Việt Nam. Hàm lượng saponin trong củ sâm non trước khi trồng là $70,25 \pm 3,60$ mgAE/g, sau khi được trồng trong hệ thống khí canh thì hàm lượng saponin

3.2. Đánh giá sự sinh trưởng của sâm non trồng tại Việt Nam

Bảng 2 trình bày kết quả các chỉ số sinh trưởng của cây sâm non được trồng bằng phương pháp khí canh tại Việt Nam và Hàn Quốc. Chiều cao cây trung bình của sâm non trồng tại Việt Nam là $25,80 \pm 1,88$ mm, khối lượng cây trung bình là $0,70 \pm 0,91$ g. So sánh với sâm non được trồng tại Hàn Quốc thì sâm non trồng tại Việt Nam có chiều dài thân và chiều cao cây lớn hơn. Tuy nhiên, đường kính thân và khối lượng cây sâm non trồng tại Việt Nam lại thấp hơn so với sâm non trồng tại Hàn Quốc. Theo đánh giá trực quan thì nhóm nghiên cứu thấy rằng diện tích lá của sâm non trồng tại Việt Nam bé hơn, đường kính thân cũng nhỏ hơn so với sâm non trồng tại Hàn Quốc.

trong củ đã giảm xuống còn $27,41 \pm 0,85$ mgAE/g. Thay vào đó hàm lượng saponin trong thân và lá sâm lại có chất lượng cao hơn hẳn so với củ. Việc này cũng tương tự đối với hàm lượng flavonoid trong củ và thân lá của sâm non sau khi trồng. Ngược lại, hàm lượng polysaccharide tổng số trong củ sâm non trước khi trồng lại khá cao $426,00 \pm 13,00$ mgGlcE/g, trong khi đó hàm lượng polysaccharide tổng số trong củ sâm non sau khi trồng và trong thân lá của sâm non lại giảm đi.

Bảng 3. Hàm lượng saponin tổng số, polysaccharide tổng số và flavonoid tổng số trong củ, thân và lá của sâm non trồng tại Việt Nam

STT	Mẫu thử nghiệm	Chỉ tiêu thử nghiệm	Giá trị
1	Saponin tổng số (mg AE/g*)	Củ sâm non trước khi trồng	$70,25 \pm 3,60$
		Củ sâm non sau khi trồng	$27,41 \pm 0,85$
		Thân lá của sâm sau khi trồng	$83,44 \pm 1,55$
2	Polysaccharide tổng số (mg GlcE/g ^{&})	Củ sâm non trước khi trồng	$426,00 \pm 13,00$
		Củ sâm non sau khi trồng	$183,70 \pm 10,60$
		Thân lá của sâm sau khi trồng	$164,50 \pm 2,30$
3	Flavonoid tổng số (mg QE/g [#])	Củ sâm non trước khi trồng	$0,61 \pm 0,03$
		Củ sâm non sau khi trồng	$1,34 \pm 0,14$
		Thân lá của sâm sau khi trồng	$6,24 \pm 0,33$

* miligram tương đương Aescin trên gram mẫu thử

[#] miligram tương đương quercetin trên gram mẫu thử

[&] miligram tương đương glucose trên gram mẫu thử

Bảng 4 trình bày kết quả định lượng hàm lượng các ginsenoside Rg1, Re, Rf, và Rb1 trong thân và lá của sâm non trồng tại Việt Nam và Hàn Quốc. So sánh kết quả của nhóm nghiên cứu và kết quả định lượng trong nghiên cứu của Geum-Soog Kim và cộng sự (2012) thấy rằng hàm lượng các ginsenoside trong sâm non trồng tại Việt Nam thấp hơn sâm non được trồng tại Hàn Quốc [4]. Việc này có thể lý giải bằng việc dinh dưỡng được sử dụng là dinh dưỡng tự nhiên nghiên cứu tại Việt Nam, và chất lượng sâm giống ban đầu trước khi trồng được thu mua tại các vùng khác nhau nên chất lượng cũng khác nhau. Sâm giống được sử dụng

trong nghiên cứu của Kim và cộng sự là sâm giống tại tỉnh Chungbuk, trong khi sâm giống trong nghiên cứu này là sâm giống tại tỉnh Chungcheong Nam.

Kết quả so sánh với sâm non được trồng tại Hàn Quốc bằng phương pháp truyền thống, được thể hiện ở bảng 5 [13]. Chất lượng sâm non được trồng tại Hàn Quốc cao hơn so với sâm non được trồng tại Việt Nam. Tuy nhiên, hàm lượng ginsenoside trong thân và lá sâm non trồng tại Việt Nam và Hàn Quốc đều cao hơn so với củ, đặc biệt là hoạt chất Re và Rg1.

Bảng 4. So sánh hàm lượng ginsenoside trong sâm non Hàn Quốc trồng khí canh tại Việt Nam và Hàn Quốc

Ginsenoside	Rễ sâm non (%)		Thân và lá sâm non (%)	
	Việt Nam	Hàn Quốc	Việt Nam	Hàn Quốc
Rg1	0,0103	0,5700	0,0496	6,4000
Re	0,0630	0,2500	0,2151	2,0000
Rf	0,0059	0,0900	0,0018	0,1000
Rb1	0,0401	0,1200	0,0319	0,5000

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, sâm non Hàn Quốc được trồng bằng phương pháp khí canh ở Việt Nam với các điều kiện được kiểm soát và được đánh giá chất lượng sau 30 ngày trồng trong hệ thống khí canh. Kết quả phân tích chỉ ra rằng hàm lượng hoạt chất saponin, polysaccharide và flavonoid trong thân và lá sâm non trồng tại Việt Nam cao hơn so với củ. Tổng hàm lượng polysaccharide trong sâm non sau khi trồng lại giảm so với củ sâm non trước khi trồng trong khi tổng hàm lượng saponin và flavonoid trong sâm non sau khi trồng đều cao hơn so với củ sâm non trước khi trồng.

Ngoài ra, chất lượng sâm non Hàn Quốc trồng tại Việt Nam thấp hơn so với sâm non được trồng tại Hàn Quốc. Tuy nhiên, nhóm nghiên cứu nhận thấy phần thân và lá sâm là nguồn dược liệu có tiềm năng và cần được nghiên cứu nhiều hơn trong tương lai. Đồng thời, việc nuôi trồng bằng phương pháp khí canh là cần được ứng dụng rộng rãi hơn với các ưu điểm như giúp tiết kiệm nước tưới, dễ dàng thu hoạch, tránh tạp nhiễm từ môi trường đất, tiết kiệm không gian, có thể chủ động kiểm soát các yếu tố môi trường nên sẽ tạo ra được các nguyên liệu có tính đồng nhất cao và là nguồn thực phẩm an toàn để sử dụng hàng ngày.

Bảng 5. So sánh hàm lượng ginsenoside giữa sâm non Hàn Quốc trồng khí canh tại Việt Nam và sâm trồng bằng phương pháp truyền thống tại Hàn Quốc

Ginsenoside	Rễ sâm non (%)		Thân và lá sâm non (%)	
	Sâm non khí canh	Sâm 1 năm tuổi	Sâm non khí canh	Sâm 1 năm tuổi
Rg1	0,0103	0,1850	0,0496	2,1260
Re	0,0630	0,6660	0,2151	3,6730
Rf	0,0059	0,0084	0,0018	0,0660
Rb1	0,0401	0,8600	0,0319	1,1810

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Sở Khoa học và Công nghệ Gia Lai (Mã số: KHGL-10-19) và Viện

Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (Mã số: THTETN.01/21-23)

Nghiên cứu phối hợp với Trường Đại học Tôn Đức Thắng; Trường Đại học Văn Lang; Trung tâm

Nghiên cứu và Chuyển giao Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] D. Kiefer and T. Pantuso, (2003). Panax ginseng. *Am Fam Physician*, **68**(8), 1539–1542.
- [2] I.-M. Chung, J.-J. Lim, M.-S. Ahn, H.-N. Jeong, T.-J. An, and S.-H. Kim, (2016). Comparative phenolic compound profiles and antioxidative activity of the fruit, leaves, and roots of Korean ginseng (*Panax ginseng* Meyer) according to cultivation years. *J Ginseng Res*, **40**(1), 68–75.
- [3] J. Yu, I. B. Jang, S. J. Suh, and K. B. Kweon, (2016). Effects of Nutrient Solution on Growth and Amount of Ginsenoside of Two Year Old Ginseng Grown under Hydroponic Culture. *Korean soc. Med. Crop. Sci.*, **24**(3), 198–206.
- [4] G.-S. Kim *et al.*, (2012). Effects of Natural Bioactive Products on the Growth and Ginsenoside Contents of Panax ginseng Cultured in an Aeroponic System. *J Ginseng Res*, **36**(4), 430–441.
- [5] J.-S. Song *et al.*, (2021). Growth and bioactive phytochemicals of Panax ginseng sprouts grown in an aeroponic system using plasma-treated water as the nitrogen source. *Sci Rep*, **11**(1), 2924.
- [6] S.-Y. Jeon, J.-M. Sung, J.-H. Roh, and K.-H. Kwon, (2021). Effects of LED treatment and plasma-activated water on the growth and quality of Panax ginseng sprouts during hydroponic cultivation. *Korean J. Food Preserv.*, **28**(7), 890–899.
- [7] M.-M. Oh and Y.-J. Kim, (2019). Effect of Light Quality on Growth of Ginseng (*Panax ginseng*) Sprouts According to Growth Stage. *KSAM*, **24**(1), 569–570.
- [8] J. Choi, J. Kim, H. I. Yoon, and J. E. Son, (2022). Effect of far-red and UV-B light on the growth and ginsenoside content of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) sprouts aeroponically grown in plant factories. *Hortic. Environ. Biotechnol.*, **63**(1), 77–87.
- [9] S.-H. Kim *et al.*, (2023). White LED Lighting Increases the Root Productivity of Panax ginseng C. A. Meyer in a Hydroponic Cultivation System of a Plant Factory. *Biology*, **12**(8), 1052.
- [10] Y.-J. Kim, T. K. L. Nguyen, and M.-M. Oh, (2020). Growth and Ginsenosides Content of Ginseng Sprouts According to LED-Based Light Quality Changes. *Agronomy*, **10**(12), 1979.
- [11] Y.-N. Song *et al.*, (2019). Investigation of Ginsenosides and Antioxidant Activities in the Roots, Leaves, and Stems of Hydroponic-Cultured Ginseng (*Panax ginseng* Meyer). *Scientific Reports*, **24**(3), 283–292.
- [12] M.-J. Kim, X. Li, J.-S. Han, S. Lee, and J. Choi, (2009). Effect of Blue and Red LED irradiation on Growth Characteristics and Saponin Contents in Panax Ginseng C. A. Meyer. *The Korean Journal of Medicinal Crop Science*, **17**, 187–191.
- [13] X. Li *et al.*, (2012). Ginsenoside Content in The Leaves and Roots of Panax ginseng at Different Ages. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:2272122>