

DETERMINATION OF THE DOSE OF POTASSIUM FERTILIZER FOR *Silybum marianum* (L.) Gaertn. GROWING IN PHU THO

Phạm Thanh Loan

Institute of Applied Research and Development - Hung Vuong University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Received: 02/8/2023</p> <p>Revised: 30/10/2023</p> <p>Published: 07/11/2023</p>	<p>The study aimed to determine the appropriate amount of potassium fertilizer to ensure good growth of <i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn., yield, medicinal quality and high economic efficiency. The experiment consisted of four treatments, arranged in a completely randomized block design. The study was conducted to monitor growth indicators, yield components, yield, silymarin content, and a preliminary assessment of economic efficiency. Research results show that the level of potassium fertilizer at 120 kg K₂O/ha was suitable for <i>S. marianum</i> grown in Phu Tho. At this level of potassium fertilizer for <i>S. marianum</i> gave the best technical criteria with: 6.4 lateral shoots/plant; 8.2 flower heads/plant, 68.6 solid seeds/flower; the individual yield of dry seeds was 14.0 g/plant and the actual dry yield was 418.5 kg/ha; silymarin content was 2.68%. This is also the level of potassium fertilizer for <i>S. marianum</i> grown in Phu Tho the highest profit of 295,917,500 VND, and the profit rate of 3.67.</p>
<p>KEYWORDS</p> <p><i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn Potassium fertilizer Yield Silymarin Phu Tho</p>	

XÁC ĐỊNH LIỀU LƯỢNG BÓN PHÂN KALI CHO CÂY KẾ SỮA (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) TRỒNG TẠI PHÚ THỌ

Phạm Thanh Loan

Viện Nghiên cứu Ứng dụng và Phát triển - Trường Đại học Hùng Vương

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
<p>Ngày nhận bài: 02/8/2023</p> <p>Ngày hoàn thiện: 30/10/2023</p> <p>Ngày đăng: 07/11/2023</p>	<p>Nghiên cứu nhằm xác định lượng bón phân kali phù hợp để đảm bảo cho cây Kế sữa sinh trưởng tốt, cho năng suất, chất lượng dược liệu và hiệu quả kinh tế cao. Thí nghiệm gồm 4 công thức, bố trí theo kiểu khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh. Tiến hành theo dõi các chỉ tiêu về sinh trưởng, năng suất, hàm lượng silymarin và sơ bộ đánh giá hiệu quả kinh tế. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mức bón 120 kg K₂O/ha là phù hợp cho cây Kế sữa trồng tại Phú Thọ, mức bón này cho chỉ tiêu kỹ thuật đạt tốt nhất: 6,4 chồi bên/cây; 8,2 đầu hoa/cây, 68,6 hạt chắc/bông; năng suất cá thể hạt khô đạt 14,0 g/cây và năng suất thực tế hạt khô đạt 418,5 kg/ha; hàm lượng silymarin là 2,68%. Đây là mức bón khi trồng cây Kế sữa tại Phú Thọ cho lợi nhuận đạt cao nhất là 295.917.500 đ, tỷ suất lợi nhuận đạt 3,67.</p>
<p>TỪ KHÓA</p> <p>Kế sữa Phân kali Năng suất Silymarin Phú Thọ</p>	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.8483>

Email: Loandhvh@gmail.com

<http://jst.tnu.edu.vn>

191

Email: jst@tnu.edu.vn

1. Giới thiệu

Cây Kế sữa (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) thuộc họ Cúc (Asteraceae), là cây hàng năm, lá có răng cưa và gai, hoa màu tím và hạt màu nâu [1]. Thành phần chính của loại hạt này rất giàu dầu thô, tinh bột, chất nhầy, khoáng chất tanin và flavonolignans [2]-[4]. Tác giả Gulsum (2017) đã khẳng định hạt Kế sữa có tác dụng ức chế mạnh tương đương với thuốc kháng sinh ampicillin, cephalosporin, nystatin trên nhóm vi sinh vật *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus niger*, *Candida albicans* và có tác dụng chống oxy hóa trên hệ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) với giá trị scavenging activity (SC) = 93,71% ở liều 100 µg/ml so với acid ascorbic [5]. Silymarin, một thành phần hoạt chất chiết xuất từ hạt cây Kế sữa, là hỗn hợp đồng phân của sáu hợp chất phenolic: silydianin, silychristin, đồng phân không đối quang của silybin (silybin A và B), và đồng phân không đối quang của isosilybin (isosilybin A và B) [1], [2], [6], có tác dụng bảo vệ tế bào gan, giảm cholesterol trong máu [7]-[10].

Kali có vai trò sinh lý và sinh hóa cần thiết đối với thực vật, nó là một trong những nguyên tố được sử dụng và tích lũy nhiều nhất cho sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng. Kali làm tăng hoạt động của enzym (enzym chống oxy hóa) và vô hiệu hóa tác động tiêu cực của các gốc tự do bằng enzym chống oxy hóa. Kali làm tăng cường khả năng hút các chất dinh dưỡng khác cho cây. Do kali có ảnh hưởng tích cực đến quá trình trao đổi nitơ, làm giảm tác hại của việc bón quá nhiều đạm nên giữa việc hút đạm và kali có mối quan hệ tương hỗ chặt chẽ. Cây hấp thu đủ kali sẽ cứng thân hơn, hấp thu tốt silic, giúp tăng năng suất [11], [12]. Bổ sung phân đa lượng, hữu cơ với liều lượng phù hợp giúp tăng năng suất hạt Kế sữa [13]-[20]. Theo Angelopoulou (2014), bón phân giúp phát triển hệ rễ, làm tăng năng suất cây trồng [21]. Kết quả nghiên cứu của Asfar (2014) cho thấy hàm lượng dầu hạt Kế sữa tăng khi bổ sung phân bón [22]. Trồng Kế sữa ở thời vụ thích hợp và bổ sung phân bón giúp tăng năng suất hạt Kế sữa, hàm lượng silymarin và axit béo không no [23], [24]. Kế sữa là cây trồng mới được trồng ở Việt Nam, các nghiên cứu về kỹ thuật canh tác làm cơ sở cho việc xây dựng quy trình kỹ thuật trồng trọt trên cây trồng này còn rất hạn chế, đó là lý do chúng tôi thực hiện nghiên cứu này.

2. Vật liệu, phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Hạt giống Kế sữa do Viện nghiên cứu ứng dụng và phát triển, Trường Đại học Hùng Vương, phường Nông Trang, thành phố Việt Trì, tỉnh Phú Thọ nhập nội và trồng thử nghiệm từ năm 2019.

Phân bón: Ure (46% N); Supe lân Lâm Thao (17% P₂O₅); Kali clorua (60% K₂O).

Đất thí nghiệm là đất phù sa cổ tại xã Dân Quyền, huyện Tam Nông, tỉnh Phú Thọ. pH_{KCL}: 6,15; OM: 1,17%; N_{ts}: 0,048%; P₂O_{5ts}: 0,1%; P₂O_{5dt}: 6,98 mg/100g; K₂O_{ts}: 0,07%; K₂O_{dt}: 9,04 mg/kg; B: 0,56 mg/kg; Mn: 93,4 mg/kg; Pb: 17,80 mg/kg; As: 0,38 mg/kg; Cd: không phát hiện; Cu: 4,68 mg/kg; Zn: 23,9 mg/kg; Cr: 133,2 mg/kg; Hg: 0,05 mg/kg. Cây Kế sữa có thể trồng ở đất có thành phần cơ giới nhẹ đến trung bình, độ pH từ 5,5 - 7,6 [25], nên điều kiện thổ nhưỡng này phù hợp.

Thời gian thí nghiệm: Từ tháng 8/2022 đến tháng 5/2023.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh, 3 lần nhắc lại; diện tích 30 m²/công thức, khoảng cách giữa các ô thí nghiệm là 2 m. Tổng diện tích thí nghiệm là 360 m² (không kể đường biên và dải bảo vệ). Theo dõi 15 cây/ô, lấy mẫu theo 5 điểm chéo góc.

Mức bón kali 1 (MBK1): 0 kg K₂O/ha (đối chứng - Đ/C)

Mức bón kali 2 (MBK2): Bón 60 kg K₂O/ha (100 kg KCl/ha)

Mức bón kali 3 (MBK3): Bón 90 kg K₂O/ha (150 kg KCl/ha)

Mức bón kali 4 (MBK4): Bón 120 kg K₂O/ha (200 kg KCl/ha)

* Nền thí nghiệm:

Mật độ 40.000 cây/ha, cây cách cây 50 cm, hàng cách hàng 50 cm.

Hạt giống được ngâm nước ấm khoảng 54°C trong 6 giờ, rồi ủ trong khăn ẩm 24 giờ, khi hạt nứt nanh, nhú mầm trắng thì tiến hành trồng.

Lượng phân: 4,0 tấn phân hữu cơ vi sinh [4], [9] + 150 kg N (325 kg urê/ha) + 120 kg P₂O₅ (705 kg supe lân)/ha. Bón lót: 100% phân hữu cơ vi sinh + 100% P₂O₅ + 25% N. Bón thúc: Lần 1 bón 50% đạm (giai đoạn hoa thi) + 25% kali [26]; Bón thúc lần 2: 25% đạm + 50% kali (giai đoạn ra hoa); Bón thúc lần 3: 25% kali (giai đoạn phát triển hạt).

* *Chỉ tiêu đo đếm*

Đo tại thời điểm cây ra hoa: Chiều cao cây (cm) đo từ mặt đất đến đỉnh sinh trưởng của cành cao nhất; Chiều rộng tán (cm) đo khoảng rộng nhất của mặt tán; Số lượng chồi bên/cây; Số hoa/cây; Đường kính hoa (cm); Số lượng hạt/bông; Khối lượng hạt chắc/bông: Hạt Kế sữa được sấy ở nhiệt độ ≈ 50°C đạt đến độ ẩm ≤ 10% [27] thì cân toàn bộ lượng hạt (g); Khối lượng (M) 1000 hạt (g); Năng suất cá thể (NSCT) (g/cây) = Khối lượng hạt/bông (g) x Số bông/cây; Năng suất lý thuyết (tạ/ha): = (NSCT(g) x số cây/đơn vị diện tích)/10⁵; Năng suất thực thu (NSTT) tại độ ẩm ≤ 10% và độ sạch 100% của hạt (kg/ha): Cân toàn bộ khối lượng hạt khô của các ô thí nghiệm (kg), sau đó quy ra năng suất (kg/ha). Phân tích hàm lượng silymarin bằng phương pháp sắc ký lỏng theo Dược điển Việt Nam V [27] tại Phòng thí nghiệm của Trung tâm nghiên cứu và chuyên giao công nghệ dược, Trường Cao đẳng Y dược Phú Thọ. Sơ bộ đánh giá hiệu quả kinh tế: Tổng thu; Tổng chi; Lãi thuần; Tỷ suất lợi nhuận (Lãi thuần/tổng chi).

Các số liệu được phân tích phương sai bằng phần mềm IRRISTAT 5.0. Sự khác biệt nhỏ nhất có ý nghĩa (LSD) của các chỉ tiêu giữa các mức bón phân được tính toán ở mức độ tin cậy là 95%.

Quá trình sinh trưởng phát triển của cây Kế sữa trồng thí nghiệm được minh họa tại hình 1.



Mầm hạt Kế sữa

Cụm hoa Kế sữa màu tím đỏ, các lá bắc có gai

Quả Kế sữa dạng quả đầu, có màu đen đến nâu bóng

Cây Kế sữa giai đoạn ra hoa với cụm hoa bắt đầu được hình thành từ thân chính

Ô thí nghiệm trồng Kế sữa

Hình 1. Hình thái cây Kế sữa trồng tại xã Dân Quyền – Tam Nông – Phú Thọ

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của mức bón kali đến sinh trưởng của cây Kế sữa

Bảng 1. Ảnh hưởng của mức bón kali đến sinh trưởng của cây Kế sữa

Công thức	Chiều cao cây (cm)	Chiều rộng tán (cm)	Số lượng chồi bên/cây (chồi)
MBK1 (Đ/C)	98,2 ^a	48,7 ^a	4,4 ^a
MBK2	108,6 ^b	58,2 ^b	5,2 ^b
MBK3	148,4 ^c	64,8 ^c	5,8 ^c
MBK4	158,2 ^c	68,4 ^c	6,4 ^d
CV%	4,0	3,0	3,9
LSD _{0,5}	10,33	3,63	0,43

Ghi chú: * Chữ cái khác nhau trong cùng cột thể hiện sự sai khác có ý nghĩa ở độ tin cậy 95%.

Việc bón kali làm tăng chiều cao cây, chiều rộng tán và số lượng chồi bên của cây Kế sữa một cách rõ rệt ở độ tin cậy 95%. Kết quả nghiên cứu trình bày trong bảng 1 cho thấy, bón 120 kg K₂O/ha chiều cao cây đạt cao nhất là 158,2 cm, chiều rộng tán đạt 68,4 cm và số lượng chồi bên đạt 6,4 cm. Theo Montemurro (2007), đỉnh thân chính và các cành bên đều kết thúc bằng đầu hoa, nhô cao trên các lá [28], nên việc tăng số lượng chồi/cây làm tăng số lượng đầu hoa/cây,

giúp tăng năng suất cá thể Kê sữa. Như vậy, việc bón tăng lượng kali làm tăng khả năng sinh trưởng sinh dưỡng của cây thể hiện qua các chỉ tiêu về chiều cao cây, chiều rộng tán và số lượng chồi bên. Điều này có thể được giải thích do vai trò của kali trong việc tăng cường hấp thu dinh dưỡng đạm cũng như duy trì trạng thái cân bằng nước trong cây [12], [15].

3.2. Ảnh hưởng của mức bón kali đến yếu tố cấu thành năng suất và năng suất quả Kê sữa

Năng suất quả Kê sữa là chỉ tiêu tổng hợp phản ánh đầy đủ quá trình sinh trưởng, phát triển trong quá trình sinh sống của cây trồng. Năng suất luôn là chỉ tiêu được quan tâm trong nghiên cứu và sản xuất. Năng suất quả Kê sữa phụ thuộc vào mật độ trồng, số lượng đầu hoa trên cây, số lượng hạt chắc/bông và khối lượng 1000 hạt. Kết quả nghiên cứu trình bày trong bảng 2 cho thấy:

Bón bổ sung kali làm cho số lượng hoa/cây tăng lên rõ rệt và có sự sai khác một cách chắc chắn ở độ tin cậy 95%. Công thức MBK1 (Đ/C) có số lượng hoa/cây là 5,2 hoa/cây (thấp nhất). MBK4 có số lượng hoa cao nhất (8,2 hoa/cây), song lại không có sự sai khác so với MBK3 (7,8 hoa/cây).

Giữa đường kính hoa/bông và số lượng hạt chắc/bông có tương quan chặt. MBK4 có đường kính hoa lớn nhất (5,8 cm), số lượng hạt chắc/bông lớn nhất (68,6 hạt/bông). MBK1 có đường kính hoa nhỏ nhất (4,2 cm), số lượng hạt thấp nhất (52,7 hạt/bông). MBK3 có đường kính hoa 5,4 cm, số lượng hạt chắc/bông 65,8 hạt/bông và không có sự sai khác với MBK4 ở độ tin cậy 95%. Marie Skolnikova (2019) cho rằng năng suất cá thể Kê sữa bị ảnh hưởng bởi số lượng hạt (năng suất = $0,079 + 0,031 \times$ số lượng hạt; $r = 0,985$; $P < 0,000$), và không bị ảnh hưởng bởi khối lượng 1000 hạt (năng suất = $6,546 - 0,013 \times M1000$ hạt; $r = -0,013$; $P < 0,950$) [29].

Khối lượng 1000 hạt ở các mức bón kali có sự sai khác rõ rệt. M1000 hạt của MBK4 đạt cao nhất (24,8 g), MBK3 đạt 24,2 g và không sai khác so với MBK4, MBK1 đạt thấp nhất (22,3 g).

Bảng 2. Ảnh hưởng của mức bón kali đến một số yếu tố cấu thành năng suất quả Kê sữa

Công thức	Số đầu hoa/cây	Đường kính hoa (cm)	Số lượng hạt chắc/bông (hạt)	M1000 hạt (g)
MBK1 (Đ/C)	5,2 ^a	4,2 ^a	52,7 ^a	22,3 ^a
MBK2	6,4 ^b	4,8 ^b	58,2 ^b	23,6 ^{ab}
MBK3	7,8 ^c	5,4 ^c	65,8 ^c	24,2 ^b
MBK4	8,2 ^c	5,8 ^c	68,6 ^c	24,8 ^b
CV%	4,7	4,4	4,8	3,5
LSD _{0,5}	0,64	0,44	5,90	1,67

Ghi chú: * Chữ cái khác nhau trong cùng cột thể hiện sự sai khác ở độ tin cậy 95%.

Kết quả nghiên cứu trình bày tại bảng 3 đã chứng minh năng suất Kê sữa phụ thuộc rõ ràng vào lượng bón phân kali. Khi bón kali đã cho NSCT và NSTT tăng lên rõ rệt ở độ tin cậy 95%. MBK1 cho NSCT (6,1 g/cây) và NSTT (207,8 kg/ha) là thấp nhất. Khi bón kali, NSCT tăng từ 8,8 g/cây (MBK2) lên 14,0 g/cây (MBK4) và NSTT tăng từ 298,9 kg/ha (MBK2) lên 418,5 kg/ha (MBK4).

Bảng 3. Ảnh hưởng của mức bón kali đến năng suất quả Kê sữa

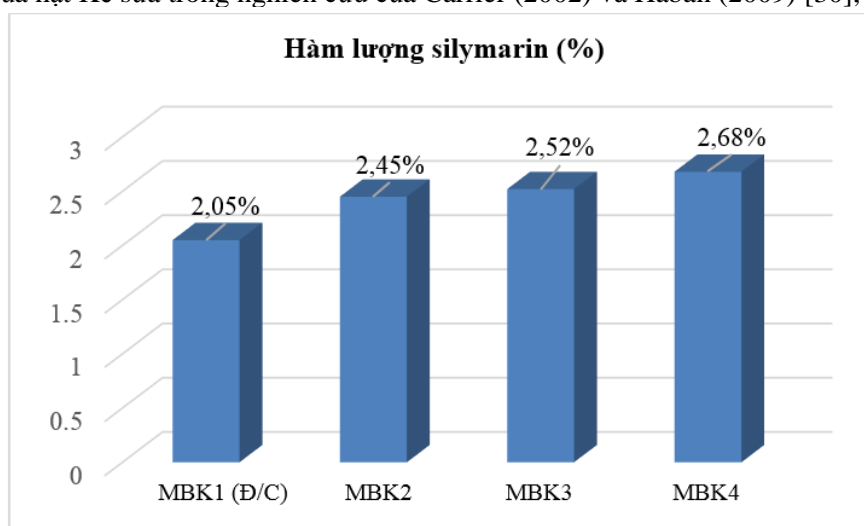
Công thức	NSCT (g/cây)	NSLT (kg/ha)	NSTT (kg/ha)
MBK1 (Đ/C)	6,1 ^a	244,4	207,8 ^a
MBK2	8,8 ^b	351,6	298,9 ^b
MBK3	12,4 ^c	496,8	397,5 ^c
MBK4	14,0 ^d	558,0	418,5 ^c
CV%	4,3		4,4
LSD _{0,5}	0,89		28,85

Ghi chú: * Chữ cái khác nhau trong cùng cột thể hiện sự sai khác ở độ tin cậy 95%.

3.3. Ảnh hưởng của mức bón kali đến hàm lượng silymarin của hạt Kê sữa

Silymarin là hợp chất được phân lập từ hạt Kê sữa, có tác dụng dược lý dùng trong điều trị bệnh lý về gan. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của các mức bón kali đến hàm lượng silymarin trong

hạt Kê sữa trình bày trong hình 2 cho thấy: Bón phân kali đã làm tăng hàm lượng silymarin so với không bón kali. Silymarin ở MBK4 đạt cao nhất là 2,68%, MBK3 đạt 2,52%, MBK1 đạt thấp nhất (2,05%). Xu hướng này tương đồng với kết luận của Gulsum (2017) khi nghiên cứu về ảnh hưởng của kali sulfate (K_2SO_4) đến hàm lượng polyphenol của cây Kê sữa là hàm lượng polyphenol tích lũy trong hạt tăng khi tăng mức bón từ 30 kg K_2SO_4 lên các mức 60 kg K_2SO_4 , 90 kg K_2SO_4 và 120 kg K_2SO_4 [5]. Kết quả này cũng nằm trong khoảng từ 2,0 - 7,72% hàm lượng silymarin của hạt Kê sữa trong nghiên cứu của Carrier (2002) và Haban (2009) [30], [31].



Hình 2. Biểu đồ hàm lượng silymarin trong hạt Kê sữa ở các công thức thí nghiệm

3.4. Hiệu quả kinh tế của mức bón phân kali cho cây Kê sữa

Số liệu tại bảng 4 cho thấy, MBK1 có chi phí thấp nhất (77,133 trđ/ha) và MBK4 có chi phí cao nhất (80,733 trđ/ha). Tổng thu ở các mức bón kali đạt từ 187,020 trđ đến 376,650 trđ. Lãi thuần/1 ha đạt từ 109,887 trđ đến 295,917 trđ. Tỷ suất lợi nhuận của MBK1 thấp nhất (1,42); MBK3 đạt 3,48 và MBK4 đạt cao nhất (3,67). Như vậy, ở mức bón 120 kg K_2O /ha (MBK4), cây Kê sữa cho năng suất và hiệu quả kinh tế cao nhất.

Bảng 4. Hiệu quả kinh tế ở các mức bón kali cho cây Kê sữa

Hạng mục	MBK1	MBK2	MBK3	MBK4
I. Chi phí (triệu đồng)				
Hạt giống	8,0	8,0	8,0	8,0
Phân hữu cơ	14,0	14,0	14,0	14,0
Đạm	4,550	4,550	4,550	4,550
Lân	4,583	4,583	4,583	4,583
Kali	0,0	1,8	2,7	3,6
Vôi	3,0	3,0	3,0	3,0
Thuốc bảo vệ thực vật	3,0	3,0	3,0	3,0
Công	30,0	30,0	30,0	30,0
Chi khác	10,0	10,0	10,0	10,0
Tổng I (trđ)	77,133	78,933	79,833	80,733
II. Tổng thu				
Năng suất hạt khô (kg)	207,8	298,9	397,5	418,5
Giá bán (trđ/kg)	0,9	0,9	0,9	0,9
Tổng II (trđ)	187,020	269,010	357,750	376,650
Lãi thuần (trđ)	109,887	190,077	277,917	295,917
Tỷ suất lợi nhuận	1,42	2,41	3,48	3,67

4. Kết luận

Bón phân kali làm tăng năng suất và chất lượng hạt Kế sữa. Lượng bón 120 kg K₂O/ha là phù hợp cho cây Kế sữa, đạt tiêu chuẩn kỹ thuật tốt nhất: 6,4 chồi bên/cây; 8,2 đầu hoa/cây; 68,6 hạt chắc/bông; NSCT đạt 14,0 g/cây; NSTT đạt 418,5 kg/ha; hàm lượng silymarin đạt cao nhất (2,68%); và cho lợi nhuận đạt cao nhất (295,917 trđ/ha); tỷ suất lợi nhuận đạt 3,67.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] A. Elwekeel, A. Elfishawy, and S. Abouzid, "Silymarin content in *Silybum marianum* fruits at different maturity stages," *Journal of Medicinal Plants Research*, vol. 7, no. 23, pp. 1665-1669, 2013.
- [2] T. Martinelli, J. Andrzejewska, M. Salis, and L. Sulas, "Phenological growth stages of *Silybum marianum* according to the extended BBCH scale," *Annals of Applied Biology*, vol. 166, no. 1, pp. 53-66, 2015.
- [3] J. P. Singh, B. K. Kapahi, and Y. K. Sarin, "Ecology of *Silybum marianum* Gaertn: A medicinal Plant," *Journal of Economic and Taxonomic Botany*, vol. 3, pp. 665-668, 1982.
- [4] United States Department of Agriculture, "*Silybum marianum*", Natural Resources Conservation Service PLANTS Database. USDA. Retrieved 15 November 2015.
- [5] Y. Gulsum, "Effects of Potassium sunfate (K₂SO₄) on The Element Contents, Polyphenol Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Milk Thistle (*Silybum marianum*)," *Pharmacogn. Mag.*, vol. 13, no. 49, pp. 102-107, 2017.
- [6] G. Chiavari, G. C. Galletti, M. Marotti, and R. Piccaglia, "Silymarin content of different *Silybum marianum* L. Gaertn. Cultivars," *Herb. Hunga.*, vol. 1, no. 2, pp. 23-27, 1991.
- [7] K. Flora, M. Hahn, H. Rosen, and K. Benner, "Milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) for the therapy and liver disease," *Ame. J. Gastro.*, vol. 93, no. 2, pp. 139-143, 1998.
- [8] D. J. Kroll, H. S. Shaw, and N. H. Oberlies, "Milk Thistle Nomenclature: Why It Matters in Cancer Research and Pharmacokinetic Studies," *Integr. Can. Ther.*, vol. 6, no. 2, pp. 110-119, 2007.
- [9] P. Morazzoni and E. Bombardelli, "*Silybum marianum* (*Carduus marianus*)," *Fito.*, vol. 66, pp. 3-42, 1995.
- [10] K. Saki, Z. Eftekhari, M. Jelodari, S. Shahsavari, M. Moradifar, and M. Bahmani, "Therapeutic effects and pharmaceutical products manufactured from milk thistle (*Silybum marianum*) in Iran," *Adv. Herb. Med.*, vol. 1, no. 2, pp. 1-3, 2015.
- [11] I. Cakmak, "Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways," *Plant and Soil*, vol. 247, pp. 3-24, 2002.
- [12] I. Cakmak, "The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants," *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, vol. 168, pp. 521-530, 2005.
- [13] B. Cwalina-Ambroziak, J. Wierzbowska, M. Amszel, and T. Bowszys, "The effect of mineral fertilization on achenes yield and fungal communities isolated from the stems of milk thistle *Silybum marianum* (L.) Gaertner," *Acta Science Poland Horticulture Cultivation*, vol. 11, no. 4, pp. 157-168, 2012.
- [14] A. Estaji, M. K. Souri, and A. G. Omidb, "Evaluation of nitrogen and flower pruning effects on growth, seed yield and active substances of milk thistle," *Journal Essential Oil Bearing Plant*, vol. 19, no. 3, pp. 678-685, 2016.
- [15] Y. Hu and U. Schmidhalter, "Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants," *Journal Plant Nutrition and Soil Science*, vol. 168, no. 4, pp. 541-549, 2005.
- [16] R. Omidbaigi and A. Nobakht, "Nitrogen fertilizer affecting growth, seed yield and active substances of milk thistle," *Pakistan Journal Biology Science*, vol. 4, no. 1, pp. 1345-1349, 2001.
- [17] E. A. Omer, A. M. Refaat, S. S. Ahmed, A. Kamel, and F. M. J. Hammouda, "Effect of spacing and fertilization on the yield and active constituents of milk thistle (*Silybum marianum*)," *Journal Herbs Spices Medicinal Plant*, vol. 1, no. 4, pp. 17-23, 1993.
- [18] I. Stancheva, A. G. Youssef, L. Iliev, and G. Georgiev, "Regulation of milk thistle (*Silybum marianum* L., Growth, seed yield and silymarin content with fertilization and thidiazuron application," *Journal of Horticulture Science and Biotechnology*, vol. 2, no. 1, pp. 94-98, 2008.
- [19] J. Wierzbowska, T. Bowszys, and P. Sternik, "Effect of a nitrogen fertilization rate on the yield and yield structure of milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.)," *Eco. Chemist. Eng.*, vol. 19, no. 3, pp. 295-300, 2012.

- [20] J. L. H. Warren and C. E. Sams, "Nitrogen and calcium fertilization effects on yield of *Silybum marianum* L. Gaertn. Produced in hydroponic systems," *Acta Horticulture*, vol. 893, pp. 1029-1034, 2011.
- [21] F. Angelopoulou, I. Kakabouki, P. Papastylianou, Y. Papatheohari, A. Konstantas, A. Karkanis, I. Travlos, and D. J. Bilalis, "Effect of organic fertilization on growth and development of the root system of two medicinal plants, oregano (*Origanum vulgare* L.) and milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.)," *Bull. Hort.*, vol. 71, no. 2, pp. 201-206, 2014.
- [22] R. K. Afshar, M. R. Chaichi, M. H. Assareh, M. Hashemi, and A. Liaghat, "Interactive effect of deficit irrigation and soil organic amendments on seed yield and flavonolignan production of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.)," *Indust. Crop. Prod.*, vol. 58, pp. 166-172, 2014.
- [23] J. Andrzejewska and K. Sadowska, "Effect of sowing date on the content and composition of flavonolignans and nutrients in milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) fruit," *Herb. Polo.*, vol. 53, pp. 273-278, 2007.
- [24] J. Andrzejewska and Z. Skinder, "Yield and quality of milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) raw material grown in monoculture and crop rotation, Part. 2. Milk thistle reaction to potassium fertilization," *Herb. Polo.*, vol. 53, pp. 5-9, 2007.
- [25] M. Roberto, D. Lucia, C. Alessandra, S. Mauro, and D. M. Giuseppe, "Milk Thistle (*Silybum Marianum* L.) as a Novel Multipurpose Crop for Agriculture in Marginal Environments: A Review," *Agronomy*, vol. 12, no. 3, 2022, Art. no. 729.
- [26] B. K. Kapahi, T. N. Srivastava, S. S. Balyan, and Y. K. Sarin, "Cultivation of *Silybum marianum* Gaertn: A Promising Medicinal Plant," *An. Sci. L.*, vol. 14, no. 4, pp. 240-244, 1995.
- [27] Ministry of Health, *Viet Nam Pharmacopoeia V*. Med. Pub. H., 2017.
- [28] P. Montemurro, M. Fracchiolla, and A. Lonigro, "Effects of some environmental factors on seed germination and spreading potentials of *Silybum marianum* Gaertner," *Italia Journal Agronomy*, vol. 2, pp. 315- 320, 2007.
- [29] M. Skolnikova, P. Skarpa, and P. Ryant, "Effect of Nitrogen fertilization on yield and quality of Milk Thistle (*Silybum marianum* L. (Gaertn.)) achenes," *J. Ele.*, vol. 24, no. 2, pp. 701-710, 2019.
- [30] D. J. Carrier, T. Crowe, S. Sokhansanj, J. Wahab, and B. Barl, "Milk thistle, *Silybum marianum* L. Gaertn., flower head development and associated marker compound profile," *J. Herb., Spices Med. Plant.*, vol. 10, pp. 65-744, 2002.
- [31] M. Haban, P. Otepkal, L. Kobidal, and M. Habanova, "Production and quality of milk thistle (*Silybum marianum* [L.] Gaertn.) cultivated in cultural conditions of warm agrilclimatic microregion," *Horticulture Science*, vol. 36, no. 2, pp. 25-30, 2009.