



TỔNG QUAN KINH NGHIỆM QUỐC TẾ VỀ PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP KẾT HỢP ĐIỆN MẶT TRỜI VÀ BÀI HỌC CHO VIỆT NAM

VŨ HUY PHÚC¹, TRẦN THỊ THANH NHÀN¹

¹Viện Chiến lược, Chính sách nông nghiệp và môi trường

Tóm tắt

Trong bối cảnh chuyển dịch năng lượng và áp lực bảo đảm an ninh lương thực ngày càng gia tăng, mô hình nông nghiệp kết hợp điện mặt trời (Agrivoltaics – APV) được xem là một giải pháp sử dụng đất đa mục tiêu có tiềm năng lớn. Nghiên cứu tổng hợp và phân tích kinh nghiệm phát triển APV tại một số quốc gia tiêu biểu như Nhật Bản, Trung Quốc, Hoa Kỳ, Pháp, Đức, Ý và Ấn Độ, qua đó làm rõ các cách tiếp cận chính sách, mô hình triển khai và các yếu tố quyết định thành công. Kết quả cho thấy mỗi nước có một chiến lược riêng cho phát triển APV: (i) Nhật Bản, Pháp và Ấn Độ hỗ trợ tài chính cho các mô hình APV đảm bảo các chỉ tiêu chính về phát triển nông nghiệp phải đáp ứng yêu cầu; (ii) Trung Quốc ưu tiên phát triển APV ở những vùng đất đai cằn cỗi; (iii) Hoa Kỳ có quy định khá cởi mở về đất đai cho phát triển APV; (iv) Đức và Ý đề ra những quy định kỹ thuật rõ ràng đối với các mô hình APV. Nhìn chung, sự phát triển của APV phụ thuộc chủ yếu vào 3 nhóm yếu tố: (i) Định nghĩa pháp lý và khung thể chế rõ ràng; (ii) cơ chế quản lý và sử dụng đất nông nghiệp phù hợp; và (iii) chính sách hỗ trợ gắn với hiệu quả sản xuất nông nghiệp. Trên cơ sở đó, nghiên cứu rút ra các bài học kinh nghiệm và đề xuất hàm ý chính sách cho Việt Nam trong quá trình xây dựng và hoàn thiện khung chính sách phát triển APV theo hướng bền vững, hài hòa giữa mục tiêu năng lượng và nông nghiệp.

Từ khóa: Nông nghiệp kết hợp điện mặt trời, Agrivoltaics; chính sách năng lượng, sử dụng đất đa mục đích, năng lượng tái tạo, nông nghiệp bền vững.

Ngày nhận bài: 13/2/2026; **Ngày sửa chữa:** 18/3/2026; **Ngày duyệt đăng:** 30/3/2026.

An overview of international experience in developing solar-integrated agriculture and lessons for Vietnam

Abstract

In the context of the energy transition and increasing pressure to ensure food security, the Agrivoltaics (APV) model is considered a high-potential, multi-purpose land-use solution. This study synthesizes and analyzes the experience of APV development in several representative countries, including Japan, China, the United States, France, Germany, Italy, and India, thereby clarifying policy approaches, implementation models, and key success factors. The results show that each country has a distinct strategy for APV development: (i) Japan, France, and India provide financial support for APV models that ensure agricultural development targets are met; (ii) China prioritizes APV development on barren land; (iii) the United States has relatively open land regulations for APV development; and (iv) Germany and Italy have established clear technical regulations for APV models. In general, the development of APV depends primarily on three groups of factors: (i) clear legal definitions and institutional frameworks; (ii) appropriate mechanisms for the management and use of agricultural land; and (iii) support policies linked to agricultural production efficiency. Based on this, the study draws lessons and proposes policy implications for Vietnam in the process of building and perfecting a sustainable APV development policy framework that harmonizes energy and agricultural goals...

Keywords: Agrivoltaics; solar-agriculture integration, renewable energy policy, multi-purpose land use, sustainable agriculture; energy transition.

JEL Classifications: O13, P18, P48.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh toàn cầu đang đối mặt đồng thời với 3 thách thức lớn gồm nhu cầu gia tăng nhanh về năng lượng, áp lực bảo đảm an ninh lương thực và suy thoái tài nguyên đất, việc tìm kiếm các mô hình sử dụng đất tích hợp, hiệu quả và bền vững đang trở thành một xu hướng quan trọng trong hoạch định chính sách phát

triển. Đặc biệt, quá trình chuyển dịch năng lượng sang các nguồn tái tạo, trong đó điện mặt trời giữ vai trò chủ đạo, đang làm gia tăng cạnh tranh sử dụng đất với sản xuất nông nghiệp tại nhiều quốc gia.

Mô hình nông nghiệp kết hợp điện mặt trời (Agrivoltaics – APV) được giới thiệu như một giải pháp tiềm năng nhằm giải quyết đồng thời các thách



Các tấm pin mặt trời được lắp tại tỉnh Hà Nam, Trung Quốc năm 2018

thức nêu trên thông qua việc tích hợp sản xuất năng lượng và sản xuất nông nghiệp trên cùng một diện tích đất. Không chỉ giúp nâng cao hiệu quả sử dụng đất, APV còn mang lại nhiều lợi ích như giảm bốc hơi nước, cải thiện vi khí hậu, giảm thiểu tác động của các hiện tượng thời tiết cực đoan và gia tăng thu nhập cho nông dân. Chính vì vậy, trong những năm gần đây, APV đã được triển khai tại nhiều quốc gia với các quy mô và cách tiếp cận khác nhau, từ mô hình quy mô nhỏ gắn với hộ nông dân đến các dự án quy mô lớn gắn với chiến lược phát triển năng lượng và nông thôn.

Tuy nhiên, thực tiễn quốc tế cho thấy sự phát triển của APV phụ thuộc lớn vào khung chính sách và thể chế quản lý. Các quốc gia có cách tiếp cận khác nhau trong việc định nghĩa mô hình, thiết kế cơ chế sử dụng đất, xây dựng tiêu chuẩn kỹ thuật và triển khai các công cụ hỗ trợ tài chính. Trong khi một số nước áp dụng cách tiếp cận chặt chẽ nhằm bảo vệ chức năng sản xuất nông nghiệp, thì các quốc gia khác lại ưu tiên mở rộng quy mô năng lượng hoặc phát triển vùng khó khăn, dẫn đến sự đa dạng đáng kể về mô hình và hiệu quả triển khai.

Đối với Việt Nam, APV là một lĩnh vực mới, chưa có khung chính sách chuyên biệt và đang trong giai đoạn nghiên cứu, thử nghiệm. Việc tổng hợp, phân tích kinh nghiệm quốc tế một cách có hệ thống là cơ sở quan trọng nhằm làm rõ các mô hình phát triển, nhận diện các yếu tố quyết định thành công và rút ra các bài học chính sách phù hợp với điều kiện trong nước. Trong bối cảnh đó, nghiên cứu này tập trung tổng quan kinh nghiệm phát triển nông nghiệp kết hợp điện mặt trời tại một số quốc gia tiêu biểu, qua đó đề xuất các bài học và hàm ý chính sách cho Việt Nam trong quá trình xây dựng và hoàn thiện khung chính sách phát triển APV trong thời gian tới.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phạm vi và đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu tập trung tổng quan và phân tích kinh nghiệm phát triển mô hình APV tại một số quốc gia tiêu biểu trên thế giới, bao gồm các nước đại diện cho các cách tiếp cận chính sách khác nhau như: Nhật Bản, Trung Quốc, Hoa Kỳ, Pháp, Đức, Ý và Ấn Độ. Các quốc gia này được lựa chọn trên cơ sở có kinh nghiệm triển khai APV ở các mức

độ khác nhau, đồng thời phản ánh đa dạng các mô hình phát triển về quy mô, trình độ phát triển công nghệ và thể chế.

Phạm vi nghiên cứu tập trung vào 3 nhóm nội dung chính: (i) Khung chính sách và pháp luật liên quan đến phát triển APV, bao gồm quy định về đất đai, năng lượng, nông nghiệp và môi trường; (ii) các mô hình triển khai APV trong thực tiễn, bao gồm đặc điểm kỹ thuật, quy mô và loại hình sản xuất nông nghiệp kết hợp; (iii) các công cụ hỗ trợ và cơ chế khuyến khích, như cơ chế giá điện, hỗ trợ tài chính, chương trình thí điểm và quy hoạch phát triển.

Đối tượng nghiên cứu bao gồm hệ thống chính sách công, các mô hình triển khai APV và các yếu tố thể chế, kỹ thuật và kinh tế ảnh hưởng đến sự phát triển của mô hình này tại các quốc gia được lựa chọn. Trên cơ sở đó, nghiên cứu hướng tới việc rút ra các bài học kinh nghiệm và hàm ý chính sách phù hợp với điều kiện của Việt Nam.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp tổng quan tài liệu kết hợp với phân tích so sánh chính sách nhằm làm rõ các cách tiếp cận phát triển APV trên thế giới.

Thứ nhất, phương pháp tổng quan tài liệu được sử dụng để thu thập và hệ thống hóa các nguồn thông tin thứ cấp, bao gồm báo cáo của các tổ chức quốc tế (IEA, FAO, GIZ), các nghiên cứu khoa học, tài liệu chính sách và văn bản pháp luật của các quốc gia liên quan đến phát triển APV. Việc tổng hợp tài liệu được thực hiện theo hướng có hệ thống, nhằm bảo đảm tính đầy đủ, cập nhật và đại diện cho các cách tiếp cận khác nhau.

Thứ hai, phương pháp phân tích so sánh được áp dụng để đối chiếu các mô hình chính sách giữa các quốc gia theo một số tiêu chí chính, bao gồm: (i) Định nghĩa và phạm vi pháp lý của APV; (ii) cơ chế quản lý và sử dụng đất nông nghiệp; (iii) tiêu chuẩn kỹ thuật và yêu cầu duy trì sản xuất



nông nghiệp; (iv) cơ chế hỗ trợ tài chính và thị trường điện; (v) mô hình tổ chức và triển khai trong thực tiễn. Thông qua đó, nghiên cứu nhận diện các điểm tương đồng, khác biệt và xu hướng chung trong phát triển APV.

Thứ ba, phương pháp phân tích chính sách được sử dụng nhằm đánh giá vai trò của các công cụ chính sách trong việc thúc đẩy hoặc hạn chế sự phát triển của APV. Phân tích tập trung vào mối quan hệ giữa các nhóm chính sách liên ngành (đất đai, năng lượng, nông nghiệp), cũng như mức độ đồng bộ và hiệu quả trong thực thi.

Thứ tư, so sánh trình độ phát triển APV của các quốc gia để khuyến nghị các giải pháp phát triển phù hợp cho bối cảnh câu Việt Nam.

Thứ năm, phương pháp tổng hợp và suy luận được áp dụng để rút ra các bài học kinh nghiệm và đề xuất hàm ý chính sách cho Việt Nam. Các bài học này được lựa chọn dựa trên tiêu chí phù hợp với điều kiện kinh tế và xã hội, cấu trúc sản xuất nông nghiệp và hệ thống thể chế của Việt Nam, nhằm bảo đảm tính khả thi trong quá trình áp dụng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tổng quan kinh nghiệm phát triển APV của một số nước

Theo Báo cáo của Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA), 2025 nhấn mạnh 3 sức ép toàn cầu xảy ra đồng thời: (i) Nhu cầu mở rộng nhanh năng lượng mặt trời để đáp ứng nhu cầu năng lượng tăng nhanh và giảm phát thải, (ii) Nguy cơ mất đất nông nghiệp do cạnh tranh đất với các dự án điện mặt trời mặt đất, (iii) Rủi ro an ninh lương thực, nước và suy giảm đa dạng sinh học. APV được giới thiệu như một giải pháp sử dụng đất kép: Vừa sản xuất nông nghiệp, vừa phát điện mặt trời trên cùng một diện tích đất, với các lợi ích như: giảm bốc hơi nước, giảm thiệt hại do nắng nóng/mưa đá, tạo sinh cảnh cho đa dạng sinh học và tăng thu nhập cho nông dân.

Tuy nhiên, để APV thực sự phát triển, khung pháp lý và chính sách hỗ trợ đóng vai trò then chốt. Báo cáo của IEA cũng chỉ ra rằng định nghĩa pháp lý, yêu cầu về duy trì sản xuất nông nghiệp, quy định về đất đai, quy hoạch và cơ chế khuyến khích đầu tư sẽ quyết định quy mô, cấu hình và khả năng sinh lời của các hệ thống APV. Trên thế giới đã có nhiều nước phát triển nông nghiệp kết hợp điện mặt trời điển hình:

a) Nhật Bản

Nhật Bản là nước đi đầu về điện mặt trời kết hợp nông nghiệp, với hơn 4.000 trang trại áp dụng mô hình này đến năm 2021. Công cụ chính sách trung tâm là cơ chế giá điện hỗ trợ cố định dành riêng cho điện mặt trời trên đất nông nghiệp, do Chính phủ Trung ương ban

hành. Mức giá này gắn chặt với điều kiện duy trì sản xuất nông nghiệp: Sản lượng hàng năm dưới hệ thống phải không giảm quá 20% so với năng suất trước khi lắp đặt; nông dân buộc phải nộp báo cáo năng suất hàng năm, nếu không đáp ứng sẽ bị cắt hỗ trợ giá (IEA, 2025).

Về khung pháp lý đất đai, Nhật Bản không chuyển mục đích đất nông nghiệp sang đất năng lượng, mà sửa đổi và hướng dẫn thực hiện Luật Đất nông nghiệp và các thông tư của Bộ Nông lâm ngư nghiệp để cho phép lắp đặt kết cấu tạm thời trên đất canh tác. Các thông báo của Cục Phát triển nông thôn quy định rõ: Khung, trụ phải tháo dỡ được; chiều cao tấm pin tối thiểu khoảng 2 m; không được cản trở hoạt động canh tác; tỷ lệ che bóng phải bảo đảm cây vẫn sinh trưởng bình thường và phải chứng minh giảm năng suất không vượt 20% thông qua số liệu hàng năm (IEA, 2025; Christian Doedt, et al., 2022).

Về mô hình APV, phần lớn dự án có quy mô nhỏ, thường dưới 0,1 ha, công suất vài chục đến vài trăm kW, gắn với hộ gia đình hoặc HTX. Kết cấu điển hình là giàn cao trên ruộng rau màu, chè, dâu tằm, cây dược liệu... sử dụng tấm pin mỏng hoặc một phần bán trong suốt để phân bố ánh sáng đều, vừa tạo bóng mát vừa tránh che kín. Nhờ cơ chế vừa giữ đất nông nghiệp, vừa bổ sung nguồn thu từ điện, Nhật Bản dùng công cụ giá điện và điều kiện năng suất để khóa chặt mục tiêu: Điện mặt trời chỉ là công cụ hỗ trợ tăng thu nhập và ổn định sản xuất, không được phép thay thế sản xuất nông nghiệp trên thửa đất đó (IEA, 2025).

b) Trung Quốc

Trung Quốc phát triển rất mạnh mô hình điện mặt trời (điện mặt trời + nông nghiệp, chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản, chống sa mạc hóa...), trong đó một phần đáng kể có thể coi là điện mặt trời kết hợp nông nghiệp. Từ khoảng 2014, các chính sách năng lượng tái tạo và sử dụng đất đã khuyến khích đưa điện mặt trời lên đất khô hạn, bán hoang mạc và đất khó canh tác, coi đây là công cụ kép: Vừa mở rộng công suất điện mặt trời, vừa phục hồi đất suy thoái và chống hoang mạc hóa (IEA, 2025; Zilong Xia và cộng sự, 2022).

Về quy mô, nhiều dự án có công suất từ vài chục đến hàng trăm MW, thậm chí các căn cứ năng lượng ở sa mạc Bắc Trung Quốc dự kiến triển khai hàng trăm GW đến 2030, gắn với chương trình điện mặt trời chống sa mạc và các khu siêu dự án trên đất sa mạc đất Gobi. Một số dự án kết hợp trồng kỳ tử, chăn thả, trồng cây chịu hạn dưới tán pin, tận dụng bóng che để giảm bốc hơi nước và gió thổi cát; số khác kết hợp nuôi trồng thủy sản hoặc nhà kính nông nghiệp (Zilong Xia và cộng sự, 2022).

Về chính sách, Trung Quốc không xây dựng riêng một luật điện mặt trời kết hợp nông nghiệp mà tích



hợp vào chuỗi chính sách năng lượng tái tạo và kiểm soát sa mạc hóa, phân biệt rõ giữa đất nông nghiệp tốt cần bảo vệ và đất hoang hóa có thể bố trí diện mặt trời. Gần đây, quy định bảo vệ đất trồng trọt đã siết chặt việc lắp đặt diện mặt trời trên đất canh tác có năng suất, buộc phần lớn dự án điện mặt trời và nông nghiệp phải chuyển lên vùng đất cận sa mạc hoặc đất chất lượng thấp, gắn với các chương trình cải tạo sinh thái (Binh Tan và các cộng sự 2024).

Về mô hình, Trung Quốc nghiêng về các kết cấu giàn cao vừa phải trên cây ăn quả, cây dược liệu, hoặc kết hợp với chăn thả, nhà kính; nhiều dự án thiên về mục tiêu sinh thái (chống hoang mạc, phục hồi hệ sinh thái) hơn là tối ưu hóa giá trị nông nghiệp như các mô hình quy mô nhỏ ở Nhật Bản hay châu Âu. Điều này phản ánh cách tiếp cận coi điện mặt trời kết hợp nông nghiệp là một công cụ môi trường - phát triển vùng khó khăn, do Nhà nước dẫn dắt mạnh thông qua quy hoạch và các chương trình đầu tư tập trung (IEA, 2025; Zilong Xia và cộng sự, 2022).

Tại Trung Quốc, mô hình điện mặt trời nông nghiệp (APV), bao gồm các dự án triển khai tại nhiều địa phương như Giang Tô, Sơn Đông hay các vùng nông nghiệp phía Đông, đã được phát triển nhanh chóng trong hơn một thập kỷ qua như một công cụ tích hợp giữa phát triển năng lượng tái tạo và tái cơ cấu kinh tế nông thôn. Các mô hình phổ biến bao gồm nhà kính quang điện, hệ thống pin nâng cao trên đất trồng trọt, hoặc kết hợp với nuôi trồng thủy sản và chăn nuôi. Nhờ sự hỗ trợ mạnh mẽ của nhà nước, Trung Quốc đã triển khai hơn 500 dự án APV với tổng công suất khoảng 31 GW, trở thành quốc gia dẫn đầu thế giới về quy mô triển khai. Các mô hình này không chỉ tạo ra điện năng mà còn góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng đất, thậm chí trong một số trường hợp giúp tăng tổng hiệu quả sử dụng đất lên tới khoảng 50% so với mô hình đơn lẻ. Đáng chú ý, nhiều dự án tại Trung Quốc được thiết kế theo hướng đa chức năng “kết hợp giữa PV với nông nghiệp, du lịch, xóa đói giảm nghèo”, qua đó gắn kết mục tiêu năng lượng với phát triển nông thôn và sinh kế của người dân (Bingzhen liao và cộng sự, 2025).

Về khung chính sách và cơ chế hỗ trợ, Trung Quốc áp dụng cách tiếp cận mang tính hệ thống, kết hợp giữa chính sách năng lượng, đất đai và phát triển nông thôn. Trước hết, Luật Năng lượng tái tạo (2005) thiết lập nền tảng với các công cụ như mục tiêu phát triển quốc gia, cơ chế bắt buộc mua điện, biểu giá FIT và quỹ hỗ trợ phát triển năng lượng tái tạo. Trên nền tảng đó, APV được thúc đẩy thông qua các chương trình cụ thể như điện mặt trời xóa đói giảm nghèo và chương trình “front-runner” nhằm hỗ trợ công nghệ và quy mô dự án, đồng thời nới lỏng các ràng buộc về sử dụng

đất nông nghiệp (ngoài đất lúa cơ bản) để tạo điều kiện triển khai dự án. Ngoài ra, chiến lược chấn hưng nông thôn đã tích hợp APV như một công cụ phát triển kinh tế nông thôn đa ngành, thúc đẩy mô hình PV+ và tạo dòng thu nhập kép cho nông dân. Tuy nhiên, trong giai đoạn gần đây, Trung Quốc cũng bắt đầu siết chặt quản lý đất đai, hạn chế phát triển điện mặt trời trên đất nông nghiệp chất lượng cao và chuyển hướng ưu tiên sang các vùng đất khô hạn, sa mạc hoặc đất kém hiệu quả nhằm giảm xung đột với an ninh lương thực. Tổng thể, kinh nghiệm Trung Quốc cho thấy APV được thúc đẩy mạnh mẽ nhờ sự kết hợp đồng bộ giữa chính sách hỗ trợ tài chính, linh hoạt trong quản lý đất đai và lồng ghép vào các chiến lược phát triển nông thôn, song cũng đặt ra yêu cầu điều chỉnh để cân bằng giữa mục tiêu năng lượng và bảo vệ đất nông nghiệp (Chen Jing và cộng sự, 2025).

c) Hoa Kỳ

Hoa Kỳ chưa có một định nghĩa thống nhất ở cấp liên bang về điện mặt trời kết hợp nông nghiệp, khiến phạm vi áp dụng rộng: Từ các trang trại dùng điện mặt trời trên đồng cỏ kết hợp chăn thả cừu, đến các mô hình trồng cỏ bản địa, tạo sinh cảnh cho ong, bướm, thụ phấn tự nhiên. Ở nhiều bang, chỉ cần vừa có hoạt động nông nghiệp (chăn thả, thu cỏ, trồng cỏ đồng cỏ) vừa có điện mặt trời trên cùng diện tích là được xem là sử dụng kép (IEA, 2025; Madeline Taylor, 2023).

Chính sách chủ yếu được xây dựng ở cấp bang và quận. Ví dụ, bang Massachusetts có hướng dẫn chi tiết cho mô hình APV trong chương trình hỗ trợ giá điện mặt trời: quy định chiều cao mép dưới tấm pin tối thiểu khoảng 2,4m đối với giàn cố định; trong mùa sinh trưởng, mức giảm ánh sáng tại bất kỳ điểm nào dưới giàn không được vượt 50%; yêu cầu duy trì hoạt động canh tác hoặc chăn thả thực sự dưới dàn pin; giới hạn công suất tối đa cho mỗi hệ thống và yêu cầu đánh giá, báo cáo định kỳ về tình trạng đất và thảm thực vật (Cơ quan tài nguyên năng lượng, bang Massachusetts, 2018).

Thực tiễn triển khai tại Hoa Kỳ cho thấy phần lớn các dự án điện mặt trời kết hợp nông nghiệp được phát triển trên đồng cỏ, với hoạt động nông nghiệp chủ yếu là chăn thả cừu và quản lý thảm cỏ. Do thiết kế hệ thống gần tương đồng với điện mặt trời mặt đất thông thường, chỉ điều chỉnh về chiều cao khung đỡ và mật độ tấm pin, chi phí đầu tư của các dự án này không chênh lệch đáng kể so với các trang trại điện mặt trời truyền thống. Vì vậy, nhiều dự án không cần đến cơ chế ưu đãi riêng cho mô hình kết hợp mà vẫn có thể triển khai dựa trên các chương trình hỗ trợ điện mặt trời hiện hành.

Trong bối cảnh nhiều khu vực nông thôn tại Hoa Kỳ xuất hiện xung đột xã hội liên quan đến việc phát



triển diện mặt trời trên đất nông nghiệp, mô hình kết hợp được xem là một giải pháp trung gian nhằm giảm căng thẳng giữa các bên liên quan. Các xung đột này chủ yếu phát sinh từ lo ngại của cộng đồng địa phương về việc mất đất sản xuất nông nghiệp, suy giảm cảnh quan nông thôn truyền thống, giảm giá trị đất đai và cảm nhận rằng các trang trại điện mặt trời chỉ phục vụ lợi ích của nhà đầu tư bên ngoài mà không mang lại giá trị cho nông dân và cộng đồng sở tại. Ngoài ra, một số ý kiến phản đối còn xuất phát từ quan ngại về thay đổi hệ sinh thái địa phương và tác động lâu dài đến sinh kế nông nghiệp.

Trong bối cảnh đó, mô hình điện mặt trời kết hợp chăn thả cừu được coi là công cụ giảm xung đột hiệu quả, bởi vẫn duy trì hoạt động nông nghiệp thực chất trên diện tích đất sử dụng, bảo tồn cảnh quan đồng cỏ, đồng thời tạo thêm nguồn thu nhập cho nông dân thông qua chăn nuôi và cho thuê đất. Việc tiếp tục có hoạt động sản xuất nông nghiệp giúp nâng cao mức độ chấp nhận xã hội đối với các dự án điện mặt trời, giảm phản đối từ cộng đồng địa phương và chính quyền cơ sở, qua đó tạo điều kiện thuận lợi hơn cho phát triển năng lượng tái tạo ở khu vực nông thôn (IEA, 2025; University of Massachusetts, 2022).

d) Pháp

Pháp là nước đi đầu trong Liên minh châu Âu về điện mặt trời kết hợp nông nghiệp, đặc biệt với cây nho, cây ăn quả và rau màu. Pháp thuộc nhóm nước có định nghĩa hẹp: coi đây là công cụ để bảo vệ, nâng cao giá trị sản xuất nông nghiệp, chứ không phải điện mặt trời trên đất nông nghiệp theo nghĩa rộng. Luật về tăng tốc năng lượng tái tạo năm 2023 lần đầu đưa khái niệm điện mặt trời kết hợp nông nghiệp vào Bộ luật Năng lượng, nêu rõ: sản xuất nông nghiệp phải là hoạt động chính trên thửa đất, còn thiết bị điện mặt trời phải đóng góp lâu dài cho việc duy trì hoặc phát triển sản xuất đó (Luật số 2023-175 về năng lượng tái tạo của Pháp; IEA, 2025).

Năm 2024, Pháp ban hành nghị định chi tiết, đặt ra khung quy định tương đối chặt chẽ để: giới hạn tỷ lệ che phủ bề mặt tối đa khoảng 40% diện tích; yêu cầu năng suất cây trồng dưới hệ thống phải đạt ít nhất khoảng 90% so với thửa đất đối chứng; yêu cầu hệ thống phải đem lại ít nhất một lợi ích cụ thể như: Bảo vệ cây trước thời tiết cực đoan (nắng nóng, mưa đá, gió mạnh), cải thiện điều kiện canh tác hoặc giảm rủi ro khí hậu. Cơ quan nhà nước có quyền yêu cầu điều chỉnh, thậm chí tháo dỡ nếu sau một thời gian không chứng minh được lợi ích nông nghiệp, hoặc nếu hoạt động nông nghiệp bị suy giảm rõ rệt (Hortense Foillard, 2025).

Về mô hình, Pháp phát triển nhiều dạng giàn cao trên vườn nho, dàn che bán linh hoạt trên vườn táo, lê,

quả mọng; các hệ thống mái di động trên nhà lưới, nhà che rau màu. Các tổ chức như cơ quan môi trường và quản lý năng lượng, tổ chức tiêu chuẩn quốc gia xây dựng bộ hướng dẫn kỹ thuật và tiêu chuẩn về thiết kế, theo dõi năng suất, giám sát vi khí hậu, qua đó đẩy mạnh chuẩn hóa mô hình. Mỗi dự án muốn hưởng ưu đãi đều phải chứng minh được lợi ích rõ ràng cho sản xuất nông nghiệp, cả về năng suất, chất lượng, ổn định sản xuất trước biến động khí hậu (Marine Demay, 2025).

e) Đức

Đức bắt đầu hỗ trợ mạnh cho điện mặt trời kết hợp nông nghiệp từ khoảng 2019 thông qua các chương trình nghiên cứu thí điểm và cơ chế trong Luật Năng lượng tái tạo. Luật Sửa đổi năm 2023 đưa điện mặt trời trên đất nông nghiệp vào nhóm hệ thống đặc biệt được tham gia đấu thầu với điều kiện riêng, tạo ra một làn đường chính thức để mở rộng quy mô mô hình này (EMP, 2022).

Về quy mô, đến đầu 2023 Đức có khoảng hơn 20 công trình với tổng công suất trên 80 MWp, và dự báo đạt gần 400 MWp vào cuối 2024 nhờ các gói hỗ trợ mới (Jens Vollprecht, Max Trommsdorff, 2024). Mô hình điển hình là giàn cao 3 - 5m trên vườn táo, vườn quả mọng, đồng cỏ; khoảng cách hàng và chiều cao được thiết kế để máy móc canh tác, thu hoạch đi lại thuận tiện. Ngoài ra, Đức cũng thử nghiệm điện mặt trời kết hợp cây trồng hàng năm trên ruộng lúa mạch, lúa mì và đồng cỏ chăn nuôi, nhằm đánh giá kỹ lưỡng tác động đến năng suất và đa dạng sinh học (IEA, 2025; Klara Harres, 2024).

Về chính sách, Đức lựa chọn cách tiếp cận coi đây là công nghệ mới cần được kiểm chứng: tập trung vào tài trợ nghiên cứu, xây dựng bộ chỉ số và cơ sở dữ liệu quốc gia về hiệu quả nông nghiệp, năng lượng, môi trường. Luật Năng lượng tái tạo mới đưa ra hạng mục đấu thầu riêng cho các hệ thống trên đất nông nghiệp và đồng cỏ, với yêu cầu cụ thể về chiều cao, mật độ, bảo vệ thiên nhiên và gắn với hướng dẫn về tiêu chí tối thiểu bảo tồn thiên nhiên cho các dự án điện mặt trời trên mặt đất (EEG, 2024).

Nhìn chung, Đức coi điện mặt trời kết hợp nông nghiệp là một cấu phần nghiêm túc của chiến lược năng lượng và nông nghiệp, nhưng ưu tiên chuẩn hóa kỹ thuật, kiểm chứng số liệu trước khi cho phép nhân rộng ồ ạt. Cách làm này có thể cung cấp nhiều bài học cho Việt Nam về việc xây dựng bộ chỉ tiêu, cơ sở dữ liệu và cơ chế thử nghiệm, đánh giá trước khi mở rộng quy mô thương mại.

f) Ý

Ý là một trong những nước châu Âu ban hành khung chính sách về điện mặt trời kết hợp nông nghiệp tương đối muộn nhưng rất tham vọng. Các văn bản hướng



dẫn và tiêu chí kỹ thuật do Bộ Môi trường và An ninh năng lượng ban hành quy định khá chi tiết: Tối thiểu khoảng 70% diện tích dự án phải tiếp tục dành cho canh tác; tỷ lệ diện tích bị che phủ bởi tấm pin không được vượt một ngưỡng nhất định (thường quanh 40%); chiều cao tấm pin tối thiểu khoảng 2,1m trong trường hợp có hoạt động canh tác hoặc chăn nuôi dưới giàn, nhằm bảo đảm cơ giới hóa và lưu thông máy móc (MASE, 2022).

Ý gắn chặt phát triển điện mặt trời kết hợp nông nghiệp với các công cụ tài chính của Liên minh châu Âu, đặc biệt là các chương trình phục hồi kinh tế và chuyển dịch xanh. Một nghị định về hệ thống agrivoltaico tiên tiến xác định mục tiêu hỗ trợ ít nhất khoảng 1,04 GW công suất trước giữa 2026, ưu tiên các dự án có thiết kế nâng cao, cho phép xoay tấm pin, ứng dụng nông nghiệp số, đảm bảo không cản trở canh tác, đồng thời yêu cầu theo dõi năng suất và tình trạng đất (GSE, 2025).

Về mô hình, Ý tập trung vào vùng Địa Trung Hải chịu nắng nóng và khô hạn, kết hợp hệ thống giàn cao với cây oliu, nho, cây công nghiệp và đồng cỏ. Điện mặt trời kết hợp nông nghiệp được coi là một trụ cột của chiến lược thích ứng khí hậu trong nông nghiệp, giảm thiểu tác động của sóng nhiệt và hạn hán, đồng thời tạo thêm nguồn thu cho nông hộ. Cách tiếp cận này nhấn mạnh yêu cầu duy trì tỷ lệ diện tích canh tác lớn, bảo đảm khả năng cơ giới hóa và nâng cao khả năng chống chịu khí hậu, những yếu tố rất gắn với thực tiễn Đồng bằng sông Cửu Long và các vùng khô hạn ở Việt Nam (IEA, 2025; RSE Italy, 2025).

g) Ấn Độ

Ấn Độ là quốc gia có tiềm năng lớn cho mô hình điện mặt trời kết hợp nông nghiệp do đặc thù khí hậu nắng nóng, bán khô hạn và nhu cầu mở rộng năng lượng tái tạo rất cao. Mô hình này được quan tâm từ khoảng năm 2012 với dự án thử nghiệm ở bang Gujarat, sau đó lan rộng sang nhiều bang khác. Tới nay, Ấn Độ đã có hơn 20 dự án thí điểm, quy mô từ vài hecta đến hàng chục hecta, chủ yếu do các viện nghiên cứu, HTX nông nghiệp và doanh nghiệp năng lượng triển khai (NSEFI, 2023).

Chính sách quan trọng nhất là chương trình PM-KUSUM, theo đó nông dân được nhà nước hỗ trợ tới khoảng 60% chi phí đầu tư khi lắp đặt hệ thống điện mặt trời trên đất nông nghiệp; phần còn lại do nông dân tự chi trả hoặc vay ưu đãi. Điểm đặc biệt của chương trình là nông dân có thể bán phần điện dư lên lưới để tạo nguồn thu ổn định hằng năm, giúp giảm chi phí sản xuất, duy trì sinh kế và gia tăng năng lực tự chủ năng lượng (PM-KUSUM, 2019).

Ấn Độ không đưa ra một định nghĩa như Nhật Bản hay Pháp, nhưng các văn bản hướng dẫn về sử dụng đất và hỗ trợ tài chính đều yêu cầu 3 yếu tố: (i) Đất nông nghiệp phải tiếp tục được canh tác thực sự; (ii) Giàn pin phải đủ cao để con người và máy móc đi lại thuận tiện; (iii) mô hình phải phù hợp với điều kiện địa phương, đặc biệt tại các vùng khô hạn để giảm bốc hơi nước, giảm nhiệt độ đất và tăng khả năng chống chịu khí hậu (GIZ, 2025).

Về mô hình APV, Ấn Độ triển khai đa dạng: Giàn cao cho cây công nghiệp và cây trồng ngắn ngày; hệ thống kết hợp chăn nuôi trên đồng cỏ; mô hình che bán trong suốt cho vườn rau; và nhất là mô hình điện mặt trời trên ao nuôi, ruộng nước đang được thử nghiệm mạnh tại một số bang nhằm kết hợp giảm nhiệt độ nước và nâng hiệu suất điện (Aditya Shukla, 2022). Quy mô dự án tại Ấn Độ khá linh hoạt: từ 0,5-2 ha cho mô hình hộ gia đình, đến các cụm dự án 10-25 MW tại Gujarat, Maharashtra và Punjab. Điểm nổi bật là Ấn Độ sử dụng APV như một giải pháp vừa phát triển điện sạch, vừa ứng phó khí hậu: giảm rủi ro hạn hán, giảm nhiệt độ đất, tiết kiệm nước tưới, đồng thời tạo thêm thu nhập cho hộ nông dân. Đây là cách tiếp cận thiên về ổn định sinh kế nông thôn, tương đối khác với mô hình châu Âu vốn nhấn mạnh tiêu chuẩn kỹ thuật và lợi ích vi khí hậu (NSEFI, 2024).

Nhìn chung, Ấn Độ coi điện mặt trời kết hợp nông nghiệp là một công cụ quan trọng để nâng cao thu nhập nông dân, giảm chi phí sản xuất, cải thiện hạ tầng nông thôn và thích ứng với khí hậu khô hạn, một hướng tiếp cận đặc biệt hữu ích cho các quốc gia có cơ cấu nông hộ nhỏ như Việt Nam.

3.2. Bài học kinh nghiệm cho Việt Nam

Từ kinh nghiệm của các nước đã triển khai mô hình APV có thể thấy rằng, chính sách đối với lĩnh vực này chịu tác động đồng thời của nhiều hệ thống luật khác nhau: Luật Đất đai, Luật Năng lượng, chính sách nông nghiệp, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội vùng và các cơ chế về bảo vệ đất trồng trọt. Ở những quốc gia chưa có luật hay khung pháp lý riêng cho mô hình này, việc chồng chéo giữa các luật đã dẫn tới quy trình cấp phép phức tạp, kéo dài, thậm chí trở thành rào cản triển khai dự án.

Tổng hợp trình độ phát triển của các nước trong đó Nhật Bản và Pháp là hai quốc gia có mức độ phát triển APV cao và bài bản nhất, với khung pháp lý chặt chẽ, yêu cầu nghiêm ngặt về duy trì năng suất nông nghiệp (Nhật Bản cho phép giảm tối đa 20%, Pháp yêu cầu $\geq 90\%$ so với đối chứng) và hệ thống giám sát rõ ràng. Trung Quốc và Hoa Kỳ phát triển APV ở quy mô lớn và linh hoạt hơn, trong đó Trung Quốc dẫn đầu thế giới về công suất (khoảng 31 GW) với cách tiếp cận



tích hợp vào chiến lược năng lượng và phục hồi sinh thái, còn Hoa Kỳ chủ yếu triển khai theo mô hình “sử dụng kép” với chính sách phân tán theo bang. Đức và Ý đại diện cho hướng tiếp cận thận trọng và tiêu chuẩn hóa cao, tập trung thí điểm, xây dựng dữ liệu và đặt ra các tiêu chí kỹ thuật (chiều cao, tỷ lệ che phủ, diện tích canh tác tối thiểu) trước khi mở rộng. Trong khi đó, Ấn Độ là nước đang phát triển APV theo hướng hỗ trợ trực tiếp nông dân, với trợ cấp lớn (tới 60% chi phí đầu tư) và mục tiêu chính là tăng thu nhập, thích ứng khí hậu và đảm bảo sinh kế nông thôn

Từ đó có thể rút ra một số bài học quan trọng cho Việt Nam như:

(1) Cần xây dựng định nghĩa pháp lý rõ ràng về mô hình APV

Kinh nghiệm Nhật Bản, Pháp và Đức cho thấy điều kiện tiên quyết để mô hình này vận hành minh bạch, không bị biến tướng, là phải phân biệt rõ giữa điện mặt trời mặt đất và điện mặt trời kết hợp nông nghiệp. Việt Nam cần tránh cách tiếp cận gọi chung mọi dự án đặt tấm pin trên đất nông nghiệp là kết hợp nông nghiệp. Một định nghĩa theo hướng hẹp giống các nước trên sẽ phù hợp hơn, trong đó yêu cầu: Một tỷ lệ tối thiểu diện tích duy trì canh tác thực sự; Hoặc yêu cầu sản lượng nông nghiệp không được giảm quá một ngưỡng (20-30%) so với trước khi lắp đặt, tương tự quy định của Nhật Bản; Thiết bị lắp đặt phải không cản trở hoạt động canh tác, cơ giới hóa và vận hành đồng ruộng.

Định nghĩa rõ ràng sẽ giúp phân loại đúng dự án, tránh việc lợi dụng danh nghĩa mô hình kết hợp để chuyển đất nông nghiệp sang mục đích năng lượng.

(2) Thừa nhận đất nông nghiệp đa mục đích trong khung pháp luật đất đai

Một rào cản nổi bật mà nhiều quốc gia gặp phải là sự mập mờ trong xác định trạng thái sử dụng đất. Nếu đất nông nghiệp bị coi như đã chuyển mục đích chỉ vì có lắp hệ thống điện mặt trời, thì nông dân sẽ mất quyền tiếp tục canh tác, dự án sẽ vướng pháp lý và khó triển khai.

Bài học từ Nhật Bản, Pháp và Ý cho thấy cần thừa nhận chính thức loại hình đất nông nghiệp kết hợp năng lượng tái tạo trong luật và các văn bản dưới luật. Việt Nam nên xây dựng nhóm tiêu chí chung như: Đất vẫn được xác định là đất nông nghiệp nếu duy trì sản xuất ổn định; Khung, kết cấu phải là kết cấu tạm, có thể tháo dỡ và không làm ảnh hưởng đến chức năng sản xuất nông nghiệp của đất; Tỷ lệ diện tích, độ che phủ, chiều cao tấm pin phải đáp ứng các yêu cầu đảm bảo canh tác. Điều này sẽ tháo gỡ nút thắt về quản lý đất và tạo hành lang pháp lý thông suốt cho mô hình phát triển đúng bản chất.

(3) Thiết kế cơ chế hỗ trợ phù hợp, gắn chặt với tiêu chí nông nghiệp

Một trong những điểm quan trọng trong kinh nghiệm quốc tế là không hỗ trợ điện mặt trời thuần túy, mà gắn hỗ trợ với điều kiện nông nghiệp. Nhật Bản làm điều này rất hiệu quả thông qua cơ chế giá điện cố định có điều kiện năng suất; Pháp yêu cầu dự án được ưu đãi phải chứng minh lợi ích ròng cho nông nghiệp; Ý ưu tiên dự án đáp ứng đầy đủ tiêu chí duy trì canh tác và cơ giới hóa. Tham khảo Ấn Độ để xây dựng mức hỗ trợ cho các mô hình APV đặc biệt là cho các hộ nông dân nhỏ. Ngoài ra, APV được thúc đẩy mạnh mẽ nhờ sự kết hợp đồng bộ giữa chính sách hỗ trợ tài chính, linh hoạt trong quản lý đất đai và lồng ghép vào các chiến lược phát triển nông thôn, song cũng đặt ra yêu cầu điều chỉnh để cân bằng giữa mục tiêu năng lượng và bảo vệ đất nông nghiệp kinh nghiệm của Trung Quốc.

Do đó, Việt Nam có thể: Thiết kế cơ chế giá hoặc ưu tiên trong đấu thầu cho các dự án đáp ứng đầy đủ tiêu chí mô hình kết hợp; Đặt các điều kiện rõ ràng về sản lượng cây trồng, duy trì hoạt động canh tác, điều kiện kỹ thuật; Xây dựng cơ chế khuyến khích cao hơn cho các mô hình thực sự mang lại giá trị nông nghiệp (bảo vệ trước nắng nóng, giảm hạn, giảm rủi ro khí hậu). Cơ chế như vậy sẽ tạo động lực đúng cho nhà đầu tư và ngăn ngừa tình trạng giả danh mô hình kết hợp.

(4) Lựa chọn mô hình và vùng triển khai phù hợp với điều kiện của Việt Nam

Kinh nghiệm quốc tế cho thấy mỗi nước đều chọn mô hình phù hợp nhất với hệ thống cây trồng, vật nuôi của mình. Việt Nam có thể áp dụng cách tiếp cận tương tự, lựa chọn mô hình phù hợp với từng vùng sinh thái: Mô hình kết hợp chăn nuôi (bò, dê, cừu) tại vùng gò đồi, tương tự mô hình trên đồng cỏ của Hoa Kỳ; Mô hình giàn cao trên cây ăn quả, hoa, rau màu, tương tự Đức và Pháp; Mô hình kết hợp nuôi trồng thủy sản, đặc biệt ở đồng bằng sông Cửu Long; Mô hình tấm quang năng gắn trên nhà kính, nhà màng, chuồng trại nhằm làm mát, che nắng, tiết kiệm nước.

Các mô hình này có tính khả thi cao, phù hợp điều kiện cơ giới hóa, an toàn điện và đáp ứng yêu cầu duy trì sản xuất nông nghiệp.

(5) Đầu tư vào nghiên cứu, trình diễn và hệ thống dữ liệu

Đức cho thấy rằng muốn có chính sách tốt thì phải có dữ liệu đầy đủ. Điện mặt trời kết hợp nông nghiệp là mô hình mới, chịu tác động phức tạp của vi khí hậu, mức che bóng, cấu trúc giàn và đặc điểm cây trồng. Vì vậy, Việt Nam cần: Tổ chức các dự án trình diễn chuẩn ở các vùng sinh thái khác nhau; Thiết lập hệ thống đo đạc về ánh sáng, độ ẩm, nhiệt độ, năng suất cây trồng



và sản lượng điện; Xây dựng bộ chỉ số và mô hình đánh giá tác động đến nông nghiệp và môi trường; Liên kết với các cơ quan quốc tế để áp dụng các mô hình mô phỏng tiên tiến. Cơ sở dữ liệu đầy đủ sẽ là căn cứ quan trọng để điều chỉnh quy định và nhân rộng mô hình.

(6) *Đảm bảo yếu tố xã hội, quyền lợi nông dân và sự tham gia của cộng đồng*

Mỹ và Pháp cho thấy, rằng ngay cả các dự án có kỹ thuật tốt vẫn có thể thất bại nếu không giải quyết được yếu tố xã hội. Vì vậy, Việt Nam cần đặc biệt chú trọng: Minh bạch về phân chia lợi ích giữa các bên liên quan trong dự án APV; Bảo vệ quyền lợi nông dân trước rủi ro mất đất hoặc giảm năng suất; Đưa nông dân tham gia từ giai đoạn thiết kế dự án; Lồng ghép mô hình vào các chương trình nông thôn mới, kinh tế tập thể, nông nghiệp xanh và tài chính xanh. Nếu xây dựng được cơ chế hài hòa lợi ích, mô hình sẽ tạo ra sự đồng thuận xã hội cao và phát triển bền vững.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tổng hợp kinh nghiệm phát triển mô hình nông nghiệp kết hợp điện mặt trời (APV) tại một số quốc gia, cho thấy đây là xu hướng quan trọng trong bối cảnh chuyển dịch năng lượng và phát triển nông nghiệp bền vững. Các quốc gia triển khai APV với nhiều cách tiếp cận khác nhau, phản ánh sự khác biệt về điều kiện tự nhiên và định hướng chính sách. Kết quả cho thấy mỗi nước có một chiến lược riêng cho phát triển APV: (i) Nhật Bản, Pháp và Ấn Độ hỗ trợ tài chính cho các mô hình APV đảm bảo các chỉ tiêu chính về phát triển nông nghiệp phải đáp ứng yêu cầu; (ii) Trung Quốc ưu tiên phát triển APV ở những vùng đất đai cần cải thiện; (iii) Hoa Kỳ có quy định khá cởi mở về đất đai cho phát triển APV; (iv) Đức và Ý đề ra những quy định kỹ thuật rõ ràng đối với các mô hình APV.

Kết quả cho thấy sự phát triển của APV phụ thuộc chủ yếu vào 3 yếu tố: (i) Định nghĩa pháp lý rõ ràng; (ii) cơ chế sử dụng đất linh hoạt nhưng bảo đảm duy trì sản xuất nông nghiệp; (iii) chính sách hỗ trợ gắn với hiệu quả nông nghiệp. Bên cạnh đó, các yếu tố như tiêu chuẩn kỹ thuật, tài chính, đấu nối lưới điện và chấp nhận xã hội cũng có vai trò quan trọng.

Từ kinh nghiệm quốc tế, APV là vấn đề chính sách liên ngành, đòi hỏi sự phối hợp giữa các lĩnh vực đất đai, nông nghiệp và năng lượng. Đối với Việt Nam, cần tiếp cận theo hướng thận trọng, ưu tiên hoàn thiện khung pháp lý, triển khai thí điểm và bảo đảm hài hòa lợi ích giữa các bên nhằm phát triển bền vững trong dài hạn. Dựa trên kết quả nghiên cứu, 6 bài học kinh nghiệm cho Việt Nam trong quá trình xây dựng chính sách APV đã được đề xuất ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. IEA. (2025). *Agrivoltaics: Opportunities, challenges and global trends*.
2. FAO. (2023). *Agrivoltaics: Opportunities for sustainable agriculture and energy*.
3. Fraunhofer ISE. (2024). *Agrivoltaics: Opportunities for agriculture and energy transition*.
4. GIZ. (2025). *Agrivoltaics in emerging economies: Policy and implementation guide*.
5. Christian Doedt, et al. (2022). *Agrivoltaics in Japan: Policy framework and implementation*.
6. Zilong Xia, et al. (2022). *Photovoltaic agriculture in China: Models and development pathways*.
7. Chen, J., et al. (2025). *Policy integration and land-use regulation in agrivoltaics development in China*.
8. Binh Tan, et al. (2024). *Land-use regulation and solar development in China*.
9. Madeline Taylor. (2023). *Agrivoltaics in the United States: Policy and practice*.
10. Massachusetts Department of Energy Resources. (2018). *SMART Program guidelines*.
11. University of Massachusetts. (2022). *Agrivoltaics and social acceptance in the United States*.
12. Marine Demay. (2025). *Agrivoltaics policy and regulation in France*.
13. Hortense Foillard. (2025). *Regulatory framework for agrivoltaics in France*.
14. EMP. (2022). *Renewable Energy Act and agrivoltaics development in Germany*.
15. Jens Vollprecht & Max Trommsdorff. (2024). *Agrivoltaics in Germany: Development and outlook*.
16. Klara Harres. (2024). *Agrivoltaics and biodiversity in Germany*.
17. MASE. (2022). *Guidelines for agrivoltaic systems in Italy*.
18. GSE. (2025). *Agrivoltaico avanzato: Implementation framework in Italy*.
19. RSE Italy. (2025). *Agrivoltaics and climate adaptation in Mediterranean agriculture*.
20. NSEFI. (2023). *Agrivoltaics in India: Status and prospects*.
21. NSEFI. (2024). *Solar-agriculture integration in India*.
22. PM-KUSUM. (2019). *Scheme guidelines for solar agriculture systems in India*.
23. Aditya Shukla. (2022). *Agrivoltaics in India: Applications and case studies*.
24. Trần Thị Thanh Nhân, Vũ Huy Phúc, Lê Thiên Thịnh. (2025). *Báo cáo khảo sát và đề xuất chính sách phát triển Agrivoltaics tại Việt Nam, GIZ-Dự án canh tác nông nghiệp kết hợp điện mặt trời cho nông thôn Việt Nam (Agri-PV)*.