

Chương 26

NÔNG LÂM KẾT HỢP TRÊN ĐẤT ĐỐC TẠI VÙNG TÂY BẮC VIỆT NAM: ĐÁNH GIÁ LỢI ÍCH KINH TẾ VÀ MÔI TRƯỜNG, THÁCH THỨC VÀ GIẢI PHÁP CHO VIỆC MỞ RỘNG

Đỗ Văn Hùng, La Nguyễn

Tổ chức Nghiên cứu Nông lâm Quốc tế (ICRAF) Việt Nam

26.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng cao Tây Bắc Việt Nam bao gồm các tỉnh Sơn La, Điện Biên, Hòa Bình, Lai Châu, Lào Cai và Yên Bái, là một vùng núi có diện tích 4,4 triệu ha. Rừng chiếm hơn một nửa diện tích và đất nông nghiệp chiếm khoảng 13%. Khoảng 4,8 triệu người, thuộc 30 dân tộc khác nhau cùng sinh sống, đa số là các dân tộc Thái, Kinh, H'mông, Mường và Dao. Tây Bắc là khu vực nghèo nhất cả nước với tỷ lệ hộ nghèo khoảng 14% vào năm 2016, cao hơn 8% so với tỷ lệ hộ nghèo trung bình của cả nước (theo số liệu thống kê năm 2017 của Việt Nam).

Đặc điểm của Tây Bắc là độ dốc lớn (khoảng 60% đất trong vùng có độ dốc $\geq 30\%$), khí hậu khắc nghiệt với các hiện tượng thời tiết cực đoan như hạn hán, lũ quét, sương muối và băng giá ảnh hưởng rất nhiều đến sản xuất nông nghiệp. Người dân địa phương phụ thuộc nhiều vào nông nghiệp là sinh kế chính (Hoàng và cộng sự, 2017). Trong khu vực, các phương thức canh tác thông thường chủ yếu hiện nay là canh tác trồng thuần như ngô, lúa nương, sắn, mía, cà phê kết hợp với làm đất thâm canh và đốt tàn dư thực vật. Ngoài ra, việc mở rộng nhanh chóng sản xuất nông nghiệp để đáp ứng nhu cầu của dân

số ngày càng tăng đã dẫn đến việc sử dụng đất không ổn định, xói mòn đất nghiêm trọng, đất bạc màu, làm giảm sản lượng cây trồng và giảm thu nhập của nông dân theo thời gian. Do đó, đe dọa tính bền vững của môi trường và an ninh lương thực (Đỗ và cộng sự, 2020a, Vũ và cộng sự, 2014, Schmitter và cộng sự, 2010, Wezel và cộng sự, 2002).

Nông lâm kết hợp (NLKH) được định nghĩa là hệ thống sử dụng đất mà cây lâu năm được trồng trên cùng một đơn vị đất với cây nông nghiệp và/hoặc nơi chăn nuôi gia súc (Gordon và cộng sự, 2018). NLKH có thể mang lại nhiều lợi ích như tăng năng suất cây trồng, nâng cao hiệu quả sử dụng đất, và tăng thu nhập cho nông dân. Bên cạnh đó, NLKH cũng mang lại các lợi ích về dịch vụ môi trường bao gồm kiểm soát dòng chảy bề mặt và xói mòn, nâng cao độ phì nhiêu của đất và tăng cường đa dạng sinh học (Catacutan và cộng sự, 2017). NLKH đã được đề xuất như một lựa chọn để đảm bảo sinh kế cho các nông hộ nhỏ và được xác định là một hệ thống canh tác phù hợp ở nhiều vùng khác nhau (Luedeling và cộng sự, 2014; Mbow và cộng sự, 2014). NLKH đã được đề xuất như một giải pháp canh tác bền vững trên các vùng đất dốc của Tây Bắc Việt Nam (Hoàng và cộng sự, 2017). Tuy nhiên thông tin về các thực hành NLKH phù hợp và mang lại hiệu quả cả về kinh tế lẫn môi trường cho khu vực vẫn còn hạn chế. Hơn nữa, mức độ sẵn sàng của các bên liên quan địa phương (nông dân và chính quyền) trong việc áp dụng và mở rộng mô hình NLKH chưa thật sự rõ ràng.

Nhận thức được các vấn đề sinh kế và môi trường chính trong khu vực. Tổ chức Nghiên cứu Nông lâm Quốc tế (ICRAF) tại Việt Nam đã và đang thực hiện hai dự án về Nông lâm kết hợp trên vùng Tây Bắc Việt Nam. Dự án thứ nhất: “Nông lâm kết hợp cho sinh kế của nông hộ nhỏ ở Tây Bắc Việt Nam 2012 - 2016”: Dự án thứ hai: “Xây dựng và thúc đẩy các phương án phục hồi rừng và Nông lâm kết hợp dựa trên thị trường cho Tây Bắc Việt Nam 2017-2021”. Thông

qua dự án, tổ chức ICRAF phối kết hợp chặt chẽ với các đối tác địa phương đã và đang thúc đẩy phương thức canh tác NLKH ở các vùng cao của ba tỉnh Điện Biên, Yên Bái và Sơn La từ năm 2012. Mục tiêu tổng thể là cải thiện hiệu suất của hệ thống canh tác sản xuất nhỏ ở Tây Bắc Việt Nam thông qua NLKH.

Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá lợi ích kinh tế và môi trường của phương thức canh tác NLKH trên vùng đất dốc Tây Bắc Việt Nam nhằm hỗ trợ nông dân chuyển từ thực hành trồng cây hàng năm không bền vững sang NLKH. Việc đánh giá tập trung vào một số mô hình NLKH thí điểm đã được triển khai trong khuôn khổ hoạt động tổ chức ICRAF tại vùng Tây Bắc Việt Nam. Ngoài ra, nội dung chương này cũng tập trung vào việc tìm hiểu những thách thức và những giải pháp khả thi cho việc mở rộng phương thức NLKH cho vùng Tây Bắc Việt Nam.

26.2. CÁC MÔ HÌNH NÔNG LÂM KẾT HỢP ĐƯỢC ĐÁNH GIÁ

Các hệ thống NLKH được thực hiện trên vùng núi phía Tây Bắc Việt Nam tại 6 huyện trực thuộc 3 tỉnh Điện Biên, Yên Bái và Sơn La với độ cao dao động từ 300 đến 1200 m so với mực nước biển và độ dốc từ 14 đến 65%. Hầu hết các khu vực này được đặc trưng bởi khí hậu bán nhiệt đới ẩm với nhiệt độ trung bình 21°C; Lượng mưa hàng năm trong khoảng từ 1200 đến 1600 mm (Điện Biên và Sơn La) và từ 1700 đến 2000 mm ở Yên Bái.

Các hệ thống NLKH đánh giá bao gồm nhãn (*Dimocarpus longan*) - ngô (*Zea mays*) - cỏ chăn nuôi ghinê (*Panicum maximum*) (NNgC); sơn tra (*Docynia indica* (Wall.) - cỏ chăn nuôi ghinê (STC); mắc ca (*Macadamia integrifolia*)-cà phê (*Coffea arabica*)-đậu tương (*Glycine max*) (McCpĐ); tETCH (*Tectona grandis*) - mận (*Prunus salicina*) - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi ghinê (TMCpĐC); keo (*acacia mangium*) - nhãn - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi ghinê

(KNCpĐC) và keo-xoài (*Mangifera indica*)-ngô-cỏ chăn nuôi mulato (*Brachiaria* sp.) (KXNgC) (Hình 26.1). Các hệ thống trồng thuần bao gồm ngô thuần (NgT), nhãn thuần (NT), sơn tra thuần (STT) được sử dụng làm đối chứng. Các hệ thống NLKH này được thiết lập từ năm 2012 đến 2014 tại ba tỉnh Điện Biên, Yên Bái và Sơn La và được theo dõi đánh giá đến hết năm 2018. Thông tin chi tiết của các hệ thống NLKH và hệ thống trồng thuần được dùng để so sánh được thể hiện ở Bảng 26.1.

Bảng 26.1. Thông tin các hệ thống NLKH và hệ thống trồng thuần được sử dụng để đánh giá

Hệ thống	Khoảng cách/mật độ	Thiết lập	Địa điểm
Nhãn - ngô - cỏ chăn nuôi	Nhãn được trồng theo hàng kép, mỗi hàng đơn cách nhau 5 m, cây cách cây trong mỗi hàng đơn là 5 m x 5 m, khoảng cách giữa 2 hàng kép là 15 m (mật độ 240 cây/ha). Cỏ ghinê được trồng theo đường đồng mức và dưới các hàng nhãn. Ngô được trồng ở phần diện tích còn lại.	2012	Điện Biên (Tuần Giáo), Yên Bái (Văn Chấn), Sơn La (Mai Sơn)
Sơn tra - cỏ chăn nuôi	Sơn tra trồng cây cách cây 4 m x 4 m, hàng cách hàng 5 m x 5 m (500 cây/ha), 7 hàng cỏ ghinê được trồng vào giữa 2 hàng sơn tra.	2013	Điện Biên (Tuần Giáo), Yên Bái (Trạm Tấu), Sơn La (Thuận Châu)
Mắc ca - cà phê - đậu tương	Mắc ca trồng cây cách cây 7 m x 7 m và hàng cách hàng 9 m x 9 m (154 cây/ha). Ba hàng cà phê được trồng vào giữa 2 hàng mắc ca với cây cách cây 1,4 m x 1,4 m và hàng cách hàng 2 m x 2 m (2160 cây/ha). Đậu tương được trồng vào phần diện tích còn lại với 50 kg hạt giống/ha.	2013	Điện Biên (Tuần Giáo), Sơn La (Mai Sơn)

Hệ thống	Khoảng cách/mật độ	Thiết lập	Địa điểm
Tếch -mận - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi	Tếch được trồng cây cách cây 3 m x 3 m (204 cây/ha), mận được trồng cây cách cây 4 m x 4 m (125 cây/ha). Hàng tếch và hàng mận được trồng xen kẽ nhau với hàng cách hàng là 10 m x 10 m. Ba hàng cà phê được trồng vào giữa hàng tếch và mận với khoảng cách cây cách cây 1,8 m x 1,8 m và hàng cách hàng là 2 m x 2 m (1860 cây/ha). Cỏ ghinê được trồng theo hàng kép dưới các hàng tếch và mận với khoảng cách khóm cách khóm là 0,5 m x 0,5 m và cách hàng tếch và mận 0,5 m. Đậu tương được trồng vào phần diện tích còn lại.	2014	Sơn La (Mai Sơn)
Keo – nhãn - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi	Keo được trồng cây cách cây là 2 m x 2 m (300 cây/ha), nhãn được trồng cây cách cây 4 m x 4 m (125 cây/ha). Hàng keo và hàng nhãn được trồng xen kẽ nhau với hàng cách hàng là 10 m x 10 m. Ba hàng cà phê được trồng vào giữa hàng keo và nhãn với khoảng cách cây cách cây 1,8 m x 1,8 m và hàng cách hàng là 2 m x 2 m (1860 cây/ha). Cỏ ghinê được trồng theo hàng kép dưới các hàng keo và nhãn với khoảng cách khóm cách khóm là 0,5 m x 0,5 m và cách hàng keo và nhãn 0,5m. Đậu tương được trồng vào phần diện tích còn lại.	2014	Điện Biên (Tuần Giáo)
Keo – xoài – ngô - cỏ chăn nuôi	Keo được trồng cây cách cây là 2 m x 2 m (300 cây/ha), xoài được trồng cây cách cây 4 m x 4 m (125 cây/ha). Hàng keo và hàng xoài được trồng xen kẽ nhau với hàng cách hàng là 10 m x 10 m. Cỏ mulato được trồng theo hàng kép dưới các hàng keo và xoài với khoảng cách khóm cách	2014	Yên Bái (Văn Chấn)

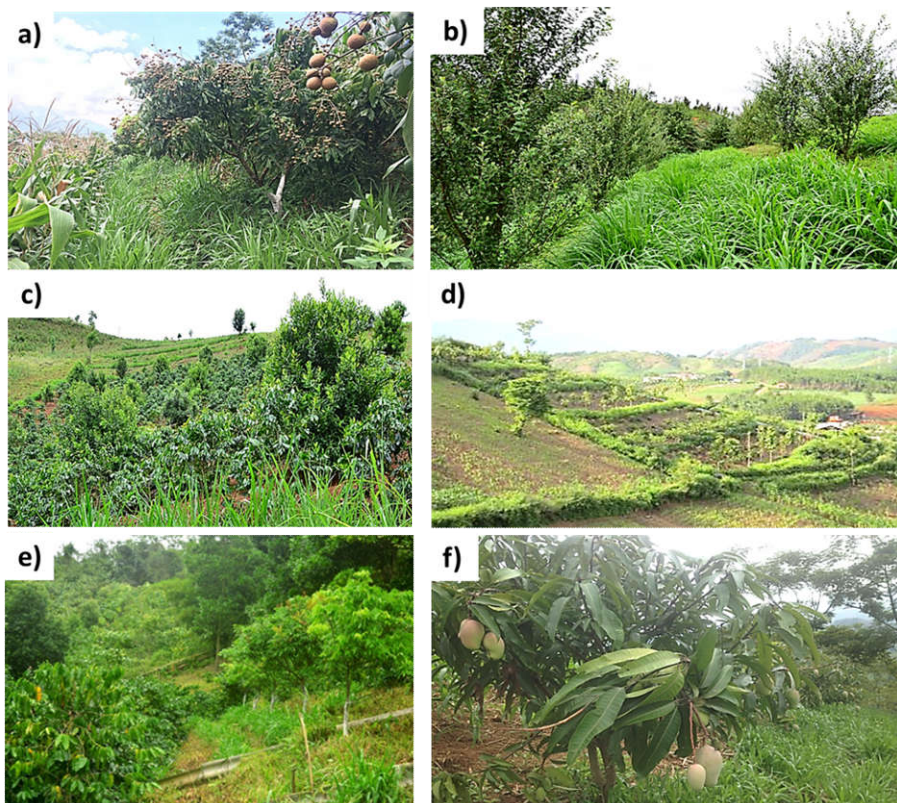
Hệ thống	Khoảng cách/mật độ	Thiết lập	Địa điểm
	khóm là 0,5 m x 0,5 m và cách hàng keo và xoài 0,5 m. Ngô được trồng vào phần còn lại.		
Ngô thuần	Ngô được trồng với 15 kg hạt giống/ha.	2012	Điện Biên (Tuần Giáo), Yên Bái (Văn Chấn), Sơn La (Mai Sơn)
Nhãn thuần	Nhãn trồng cây cách cây 5 m x 5 m, hàng cách hàng 5 m x 5 m (400 cây/ha).	2012	Điện Biên (Tuần Giáo), Yên Bái (Văn Chấn), Sơn La (Mai Sơn)
Sơn tra thuần	Sơn tra trồng cây cách cây 4 m x 4 m, hàng cách hàng 5 m x 5 m (500 cây/ha).	2013	Điện Biên (Tuần Giáo), Yên Bái (Trạm Tấu), Sơn La (Thuận Châu)

Năng suất của tất cả các thành phần trong hệ thống NLKH và trồng thuần đều được đo đếm theo dõi đến hết năm 2018. Phân tích chi phí - lợi ích được thực hiện đối với từng hệ thống NLKH kết hợp và hệ thống trồng thuần, có tính đến chi tiết chi phí đầu tư, chi phí duy trì và doanh thu từ sản phẩm bán ra trong các năm theo dõi, không tính đến giá trị lãi ngân hàng hay thuế. Lợi nhuận ròng được tính bằng tổng thu nhập trừ tất cả chi phí đầu vào. Đầu vào hàng năm bao gồm phân bón, thuốc trừ sâu, nhân công, vật liệu trồng trọt,... Tổng thu nhập hàng năm được tính dựa trên năng suất và giá thu được của các sản phẩm khác nhau khi thu hoạch. Lợi nhuận ròng của mỗi hệ thống được tính như sau:

$$N = T - I$$

Trong đó: *N* là lợi nhuận ròng, *T* là tổng thu nhập và *I* là tổng chi phí của tất cả các yếu tố đầu vào, tất cả tính bằng triệu đồng ha/năm.

Tất cả các hệ thống NLKH có băng cỏ chăn nuôi đều được quản lý, theo dõi, đánh giá xói mòn và được so sánh với hệ thống ngô trồng thuần.



Hình 26.1. Các hệ thống NLKH đánh giá: (a) nhãn - ngô - cỏ chăn nuôi (NNgC); (b) sơn tra - cỏ chăn nuôi (STC); (c) mắc ca - cà phê - đậu tương (McCpĐ); (d) tách - mận - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi (TMCpĐC); (e) keo - nhãn - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi (KNCPĐC) và (f) keo - xoài - ngô - cỏ chăn nuôi (KXNgC)

26.3. NĂNG SUẤT CỦA CÁC HỆ THỐNG NÔNG LÂM KẾT HỢP SO VỚI HỆ THỐNG TRỒNG THUẦN: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Các hệ thống NLKH được đánh giá đều cho sản phẩm đa dạng hơn so với các hệ thống trồng thuần bắt đầu từ năm thứ 2 hoặc năm thứ 3 (Bảng 26.2). Bắt đầu từ năm thứ 3 và thứ 4 khi cây ăn quả bắt

đầu ra hoa kết quả, thì sản phẩm của NLKH còn đa dạng hơn nữa. Trong khi đó hệ thống trồng thuần chỉ mang lại duy nhất một sản phẩm là cây ngắn ngày hoặc sản phẩm từ cây ăn quả. Đối với các hệ thống trồng thuần chỉ có cây ăn quả, phải đợi đến năm thứ 3 hoặc năm thứ 4 hệ thống này mới mang lại sản phẩm.

Trong tổng số 6 hệ thống NLKH được đánh giá thì có 5 hệ thống có các băng cỏ được trồng dưới các hàng cây ăn quả. Các băng cỏ chăn nuôi mang lại sản phẩm sớm cho hệ thống NLKH, có những hệ thống cho năng suất cỏ ngay từ những năm đầu mới thiết lập (Bảng 26.2). Năng suất cỏ chăn nuôi cao nhất được ghi nhận trong hệ thống STC, với năng suất bình quân đạt khoảng 61 tấn ha/năm, theo sau đó là các hệ thống NNgC, TMCpĐC, KNCpĐC với năng suất bình quân dao động từ 13 đến 15 tấn ha/năm. Các loại cỏ làm thức ăn gia súc từ các mô hình NLKH được đánh giá đóng góp đáng kể vào thu nhập ban đầu cho những người chăn nuôi vì chúng có sinh khối tươi cao. Cỏ có thể được sử dụng để làm thức ăn cho gia súc và cá (Cook và cộng sự, 2005) hoặc bán. Cỏ ghinê là loại cỏ chịu hạn và sinh trưởng tốt trong điều kiện khô hạn và độ dốc lớn của vùng Tây Bắc (Vũ và cộng sự, 2014). Việc đưa các dải cỏ làm thức ăn gia súc vào các hệ thống NLKH có thể nâng cao sự chấp nhận của nông dân vì nó có thể làm giảm rủi ro liên quan đến điều kiện thời tiết khô hạn. Việc thiết lập các dải cỏ dọc theo đường đồng mức trên sườn dốc là tương đối dễ thực hiện đối với nông dân mà không cần bất kì kĩ thuật đặc biệt nào cũng như chi phí không cao. Thêm vào đó, cỏ làm thức ăn gia súc trồng trong các mô hình NLKH đóng góp đáng kể trong việc giảm thiểu công lao động để tìm kiếm/thu thập thức ăn cho vật nuôi của người dân bản địa (Đỗ và cộng sự, 2020b).

Có hai hệ thống NLKH trồng xen cây ngắn ngày là ngô (NNgC và KXNgC), năng suất ngô của hệ thống NNgC là tương đương với năng suất ngô khi trồng thuần, trong khi đó năng suất ngô trong hệ thống KXNgC là thấp hơn khi so sánh với ngô trồng thuần (Bảng 26.2).

Trong hệ thống KXNgC, cây keo sinh trưởng với tán rộng xen với ngô trong hệ thống nông lâm kết hợp, cây keo ảnh hưởng mạnh đến ngô và thậm chí là cả cây cỏ. Tán keo phát triển rộng chiếm mất nhiều diện tích trồng ngô trong hệ thống và cạnh tranh mạnh về ánh sáng với ngô, dẫn đến cây ngô sinh trưởng phát triển kém và cho năng suất thấp hơn so với trồng thuần. Cây ngắn ngày thứ hai là đậu tương được trồng xen trong các hệ thống NLKH có cây cà phê (McCpĐ, TMCpĐC và KNCpĐC) trong 2 đến 3 năm đầu khi cây cà phê chưa khép tán. Cây đậu tương cho năng suất bình quân dao động từ 0,06 đến 0,16 tấn/ha/năm trong các hệ thống NLKH có trồng xen đậu tương (Bảng 26.2). Trong 2 đến 3 năm đầu tiên, đậu tương được trồng xen vào mỗi hệ thống, khi mà các loại cây khác chưa cho thu nhập, nông dân vẫn có thu nhập từ sản phẩm đậu tương. Qua đó cho thấy hiệu quả của việc trồng xen cây ngắn ngày vào những năm đầu trong hệ thống NLKH. Ngoài ra, việc trồng các cây họ đậu trong các hệ thống NLKH như các loài cây có khả năng cố định đạm (N) trong khí quyển. Chúng góp phần không nhỏ vào việc tăng dinh dưỡng cho đất và giúp các thành phần khác trong hệ thống NLKH phát triển tốt hơn (Jose, 2009).

Bảng 26.2. Năng suất các loại cây trồng trong hệ thống NLKH và hệ thống trồng thuần

Năng suất (tấn hoặc m ³ /ha)									
Cây	Hệ thống	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Trung bình (±SE)
Nông lâm kết hợp									
Cỏ ghinê (cỏ tươi)	* NNgC		4,4	19,5	15,8	18,2	17,8	14,6	15,1 (±2,2)
Ngô (hạt khô)		5,5	5,3	4,0	4,2	4,1	4,1	3,8	4,4 (±0,3)
Nhãn (quả tươi)					0,1	0,2	0,4	0,9	0,4 (±0,2)
Cỏ ghinê (cỏ tươi)	* STC	N/a		67	61	55	56	66,9	61,2 (±2,6)
Sơn tra (quả tươi)		N/a			0,2	0,9	0,2	1,8	0,8 (±0,4)
Đậu tương (hạt khô)	McCpĐ	N/a	0,12	0,20					0,16 (±0,04)

Năng suất (tấn hoặc m³/ha)									
Cây	Hệ thống	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Trung bình (±SE)
Cà phê (quả tươi)		N/a			3,9	4,6	8,2	6,3	5,8 (±0,1)
Mắc ca (nhân tươi)		N/a					0,06	0,6	0,3 (±0,2)
Cỏ ghinê (cỏ tươi)	TMCpĐC	N/a	N/a	0,9	16,5	16,4	16,5	14,2	12,9 (±3,0)
Đậu tương (hạt khô)		N/a	N/a	0,16	0,14	0,16			0,15 (±0,01)
Cà phê (quả tươi)		N/a	N/a			2,2	3,7	4,2	3,4 (±0,6)
Mận (quả tươi)		N/a	N/a			0,08	0,34	1,11	0,51 (±0,31)
Téché (m ³)		N/a	N/a						
Cỏ ghinê (cỏ tươi)		KNCpĐC	N/a	N/a		14,9	16,2	14,3	13,3
Đậu tương (hạt khô)	N/a		N/a	0,11	0,05	0,03			0,06 (±0,02)
Cà phê (quả tươi)	N/a		N/a			4,7	4,3	3,7	4,2 (±0,3)
Nhãn (quả tươi)	N/a		N/a					0,13	0,13 (±0,08)
Keo (m ³)	N/a		N/a						
Cỏ mulato (cỏ tươi)	KXNgC	N/a	N/a	0,6	4,2	5,3	10,6	6,6	5,5 (±1,6)
Ngô (hạt khô)		N/a	N/a	2,7	3,5	3,4	3,3	2,3	3,0 (±0,2)
Xoài (quả tươi)		N/a	N/a				0,08	0,15	0,11 (±0,03)
Keo (m ³)		N/a	N/a						
Trồng thuần									
Ngô (hạt khô)	*NgT	5,9	4,7	4,2	4,2	4,3	4,2	4,2	4,5 (±0,2)
Nhãn (quả tươi)	*NT				0,3	0,4	0,5	3,0	1,0 (±0,7)
Sơn tra (quả tươi)	*STT	N/a			0,4	5,6	2,1	8,7	4,2 (±1,9)

Các hệ thống NLKH đánh giá bao gồm nhãn - ngô - cỏ chăn nuôi (NNgC); sơn tra - cỏ chăn nuôi (STC); mắc ca - cà phê - đậu tương (McCpĐ); téché - mận - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi (TMCpĐC), keo - nhãn - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi (KNCpĐC) và keo - xoài - ngô - cỏ chăn nuôi (KXNgC) được so sánh với các hệ thống trồng thuần bao gồm ngô thuần (NgT), nhãn thuần (NT), sơn tra thuần (STT).

N/a: những hệ thống không được thiết lập trong những năm đó.

* (Số liệu của NNgC, STC, NgT, NT và STT được tổng hợp từ Đỗ và cộng sự (2020b)).

Cà phê bắt đầu cho thu hoạch từ năm thứ 3 trong ba hệ thống NLKH có cây cà phê (McCpĐ, TMCpĐC và KNCpĐC), năng suất của cà phê tùy thuộc vào mật độ trồng và năng suất bình quân đạt khoảng từ 4 đến 6 tấn ha/năm sau trồng 5 đến 6 năm (Bảng 26.2). Keo và tẻch là những cây lâm nghiệp được trồng xen trong các hệ thống NLKH, mặc dù vẫn chưa cho thu hoạch, nhưng hai loại cây này đóng vai trò quan trọng trong hệ thống NLKH có cà phê. Chúng có tác dụng như là cây che bóng giúp cho sự sinh trưởng và phát triển của cây cà phê cũng như có thể giảm thiểu tác hại của hiện tượng thời tiết cực đoan như sương muối, nắng nóng, mưa tuyết và gió bão ảnh hưởng tới cây cà phê. Ngược lại, phần lớn diện tích cà phê ở vùng Tây Bắc Việt Nam là cà phê trồng thuần và trồng trên các sườn dốc, không bền vững về lâu dài. Ví dụ, biến đổi khí hậu, dẫn đến nhiệt độ cao hơn và các kiểu thời tiết thay đổi hơn, dự kiến sẽ tác động đến những cây cà phê trồng thuần khi không có cây che bóng. Nhiệt độ tăng, lượng mưa không đều và sự gia tăng tần suất và mức độ nghiêm trọng của các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão, lũ lụt và sương giá có thể có ảnh hưởng tiêu cực đến canh tác cà phê thuần (Nguyễn và cộng sự, 2020).

Đối với cây ăn quả trong hệ thống NLKH, sơn tra và mận bắt đầu cho thu hoạch năm thứ 3, xoài và nhãn bắt đầu cho thu hoạch từ năm thứ 4, mắc ca cho thu hoạch trong năm thứ 5 (Bảng 26.2). Năng suất của cây ăn quả tăng dần hàng năm trong các hệ thống NLKH. Tuy nhiên năng suất của các cây ăn quả trong các hệ thống NLKH đều thấp hơn khi so sánh với các hệ thống trồng thuần. Điều này có thể được giải thích bởi sự cạnh tranh giữa tất cả các thành phần cây trồng trong hệ thống NLKH về ánh sáng, nước và chất dinh dưỡng. Sự cạnh tranh làm tăng trưởng của cây chậm hơn dẫn đến năng suất trái thấp hơn so với các hệ thống trồng thuần (Malézieux và cộng sự, 2009). Hơn thế nữa Đỗ và cộng sự (2020b) đã có dẫn chứng về việc giảm năng suất của các cây ăn quả trong hệ thống NLKH NNgC và

STC là do cạnh tranh về mặt dinh dưỡng N giữa các thành phần băng cỏ, cây ăn quả và cây ngắn ngày.

Nhìn chung các hệ thống NLKH được đánh giá mang lại đa dạng sản phẩm hơn so với hệ thống trồng thuần và sản phẩm được tạo ra sớm hơn so với các hệ thống trồng thuần cây ăn quả. Tuy nhiên trong một số hệ thống, năng suất riêng lẻ của các thành phần cây trồng có năng suất thấp hơn khi so sánh với hệ thống trồng thuần, là do sự cạnh tranh về dinh dưỡng, nước và ánh sáng. Do vậy, các tác động cạnh tranh cần được xem xét khi thiết kế các hệ thống NLKH và cần thiết phải xây dựng các chế độ quản lý hợp lý hơn để tối ưu hóa năng suất của các thành phần trong hệ thống (Đỗ và cộng sự, 2020b).

26.4. LỢI NHUẬN CỦA CÁC HỆ THỐNG NÔNG LÂM KẾT HỢP SO VỚI TRỒNG THUẦN: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Tổng chi phí đầu tư thiết lập của các hệ thống NLKH được đánh giá và các hệ thống trồng thuần được trình bày trong Bảng 26.3. Hệ thống KNCpĐC có tổng chi phí đầu tư thiết lập là cao nhất theo sau đó lần lượt là TMCpĐC, NNgC, McCpĐ, STC và KXNgC và lần lượt cao hơn 3,7; 2,9; 2,8; 2,5; 2,5 và 1,6 lần so với ngô trồng thuần. Trong khi đó các hệ thống cây ăn quả trồng thuần nhãn và sơn tra cũng cao hơn lần lượt là 2 và 3,4 lần so với ngô trồng thuần. Chi phí hàng năm cho sản xuất 1 ha ngô thuần vào khoảng 15 triệu đồng/ha.

Chi phí để duy trì hệ thống bắt đầu từ năm thứ 2 trở đi nhiều nhất là hệ thống STC từ 30 đến 35 triệu ha/năm và chủ yếu đến từ công lao động dành cho thu hoạch cỏ (Bảng 26.3). Các hệ thống NLKH còn lại chi phí để duy trì hệ thống vào khoảng 14 đến 20 triệu ha/năm. Trong khi đó, chi phí duy trì hệ thống đối với cây ăn quả trồng thuần là ít hơn vào khoảng 5 đến 10 triệu ha/năm.

Năm trong sáu hệ thống NLKH được đánh giá đã mang lại lợi nhuận bắt đầu từ năm thứ 2, ngoại trừ hệ thống McCpĐ phải đợi đến năm thứ 3 (Bảng 26.3). Lợi nhuận của các hệ thống đã tăng dần trong các năm tiếp theo và cao hơn so với ngô trồng thuần. Hơn thế nữa các hệ thống NLKH này cho lợi nhuận cao hơn khi cây ăn quả bắt đầu cho thu nhập. Đối với cây ăn quả trồng thuần chỉ mang lại lợi nhuận khi mà cây ăn quả bắt đầu cho trái và được thu từ năm thứ 3 và năm thứ 4 trở đi. Ngô trồng thuần lợi nhuận giảm dần qua hàng năm do năng suất hàng năm của ngô giảm.

Bảng 26.3. Tổng chi phí, tổng thu nhập và lợi nhuận của các hệ thống NLKH so với các hệ thống trồng thuần

Hệ thống	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Trung bình (±SE)
Tổng chi phí (Triệu đồng/ha)								
Hệ thống NLKH								
*NNgC	44,2	20,9	17,9	18,2	17,8	20,0	20,5	22,8 (±3,6)
*STC	N/a	37,4	30	31	32	32	35,3	33,0 (±1,1)
McCpĐ	N/a	38,6	16,9	17,0	18,0	18,7	19,7	21,5 (±3,2)
TMCpĐC	N/a	N/a	44,4	13,6	14,8	19,3	20,2	22,5 (±4,8)
KNCpĐC	N/a	N/a	54,6	13,6	14,8	19,3	20,2	24,5 (±6,4)
KXNgC	N/a	N/a	24	16,5	16,7	17,2	17,2	18,3 (±1,2)
Trồng thuần								
*NgT	15,2	15,3	14,7	14,8	14,1	14,5	14,6	14,7 (±0,2)
*NT	51,3	7,5	4,9	5,4	6,7	6,8	8,3	13,0 (±6,4)
*STT	N/a	30	6,2	7,4	8,4	8,3	11,3	11,9 (±3,4)

Tổng thu nhập (Triệu đồng/ha)								
Hệ thống NLKH								
*NNGC	36,1	38,6	51,0	47,7	49,1	52,7	47,7	46,1 (±2,4)
*STC	N/a	0,0	86,9	99,0	124,2	103,5	146,7	93,4 (±19,0)
McCpĐ	N/a	3,1	4,2	23,4	27,3	53,6	77,0	31,4 (±10,9)
TMCpĐC	N/a	N/a	4,9	27,2	41,3	49,7	56,4	35,9 (±7,7)
KNCpĐC	N/a	N/a	2,3	23,3	53,0	47,2	45	34,2 (±8,0)
KXNgC	N/a	N/a	13,8	23,8	23,8	32	21,5	23,0 (±2,5)
Trồng thuần								
*NgT	38,5	28,2	23,0	20,4	19,4	18,9	19,0	23,9 (±2,7)
*NT	0,0	0,0	0,0	6,3	5,8	9,4	30,4	7,4 (±4,1)
*STT	N/a	0,0	0,0	8,4	56,5	20,5	86,9	28,7 (±13,4)
Lợi nhuận (Triệu đồng/ha)								
Hệ thống NLKH								
*NNGC	-8,1	17,7	33,1	29,6	31,3	32,7	27,2	23,4 (±5,6)
*STC	N/a	-37,4	56,9	68,0	92,2	71,5	111,4	51,8 (±19,8)
McCpĐ	N/a	-35,5	-12,7	6,3	9,3	34,8	57,3	8,5 (±11,5)
TMCpĐC	N/a	N/a	-39,5	13,6	26,5	30,4	36,2	9,6 (±9,8)
KNCpĐC	N/a	N/a	-52,3	9,8	38,2	28,0	24,8	6,9 (±11,3)
KXNgC	N/a	N/a	-10,2	7,3	7,1	14,8	4,3	3,3 (±3,0)
Trồng thuần								
*NgT	23,3	12,9	8,3	5,6	5,3	4,4	4,4	9,2 (±2,6)
*NT	-51,3	-7,5	-4,9	0,9	-0,9	2,6	22,1	-5,6 (±8,4)
*STT	N/a	-30,0	-6,2	0,9	48,1	12,2	75,6	14,4 (±13,5)

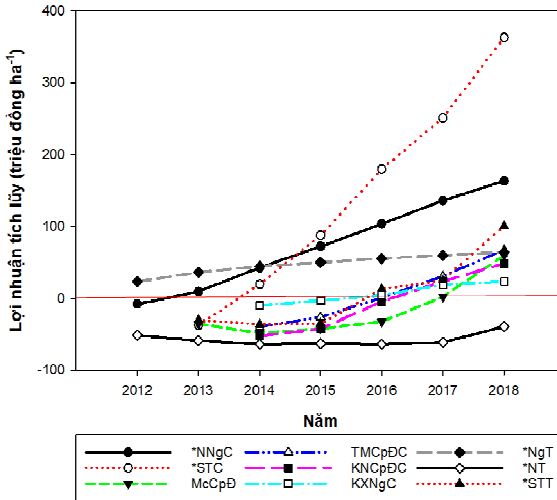
Các hệ thống NLKH đánh giá bao gồm nhân-ngô-cỏ chăn nuôi (NNGC); sơn tra-cỏ chăn nuôi (STC); mắc ca - cà phê - đậu tương (McCpĐ), téch - mận - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi (TMCpĐC), keo - nhân - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi (KNCpĐC) và keo - xoài - ngô - cỏ chăn nuôi (KXNgC) được so sánh với các hệ thống trồng thuần bao gồm ngô thuần (NgT), nhân thuần (NT), sơn tra thuần (STT).

N/a: những hệ thống không được thiết lập trong những năm đó.

* (Số liệu của NNGC, STC, NgT, NT và STT được tổng hợp từ Đỗ và cộng sự, (2020b)).

Lợi nhuận tích lũy của các hệ thống NLKH và các hệ thống trồng thuần được trình bày tại Hình 26.2. Lợi nhuận tích lũy của mô hình

NNgC và STC có giá trị dương bắt đầu từ năm thứ 2 và tăng nhanh chóng trong những năm tiếp theo. Đến năm thứ 3, lợi nhuận tích lũy của hai mô hình NLKH này đã cao hơn so với lợi nhuận tích lũy của ngô trồng thuần. Do đó, điểm hòa vốn của hai hệ thống NLKH này cũng bắt đầu từ năm thứ 2. Điểm hòa vốn của hệ thống TMCpĐC và KXNgC bắt đầu từ năm thứ 3, hệ thống KNCPĐC có điểm hòa vốn vào năm thứ 4, và hệ thống McCpĐ có điểm hòa vốn vào năm thứ 5. Lợi nhuận tích lũy của hệ thống TMCpĐC, KNCPĐC đến năm thứ 5 đã ngang bằng với lợi nhuận tích lũy của ngô trồng thuần, còn hệ thống McCpĐ phải đến năm thứ 6 mới ngang bằng lợi nhuận tích lũy của ngô thuần. Trong khi đó, hệ thống ngô thuần lợi nhuận tích lũy tăng chậm so với các hệ thống khác. Hệ thống sơn tra trồng thuần có điểm hòa vốn vào năm thứ 4. Hệ thống nhãn thuần sau 7 năm vẫn chưa có khả năng hoàn vốn.



Hình 26.2. Lợi nhuận tích lũy của các hệ thống NLKH đánh giá bao gồm nhãn - ngô - cỏ chăn nuôi (NNgC), sơn tra - cỏ chăn nuôi (STC), mắc ca - cà phê - đậu tương (McCpĐ), téch - mận - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi (TMCpĐC), keo - nhãn - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi (KNCPĐC) và keo - xoài - ngô - cỏ chăn nuôi (KXNgC) được so sánh với các hệ thống trồng thuần bao gồm ngô thuần (NgT), nhãn thuần (NT), sơn tra thuần (STT). * (Số liệu của NNgC, STC, NgT, NT và STT được tổng hợp từ Đỗ và cộng sự (2020b))

Nhìn chung các hệ thống NLKH được đánh giá có lợi nhuận cao hơn so với các hệ thống trồng thuần từ năm thứ 2 hặc thứ 3 trở đi. Lợi nhuận ròng của các hệ thống NLKH không chỉ từ cây ngắn ngày, mà còn từ cỏ chăn nuôi và cây ăn quả, và lợi nhuận ròng liên tục tăng mỗi năm. Hơn nữa, năng suất trung bình của cỏ làm thức ăn gia súc ở STC, NNgc, KNCpĐC, TMCpĐC và KXNgC lần lượt là 61, 15, 15, 13 và 7 tấn/ha/năm. Nếu quy đổi ra cá trăm cỏ, nó tương đương với 1525, 375, 375, 325 và 175 kg cá trăm cỏ mỗi năm (theo Coche và Muir 1998, cá trăm cỏ được cho ăn 40 kg cỏ, nó có thể tăng trọng lượng trung bình 1 kg). Tuy nhiên, các hệ thống NLKH đòi hỏi chi phí thiết lập cao. Mà đa số nông dân trong khu vực Tây Bắc luôn thiếu nguồn tài chính để chuyển sang các phương thức mới (Zimmer và cộng sự, 2018). Do đó, vốn đầu tư ban đầu, trợ cấp hoặc cho vay sẽ là cần thiết để bù đắp cho chi phí đầu tư và duy trì cao trong vài năm đầu tiên của NLKH (Đỗ và cộng sự, 2020a; Đỗ và cộng sự, 2020b).

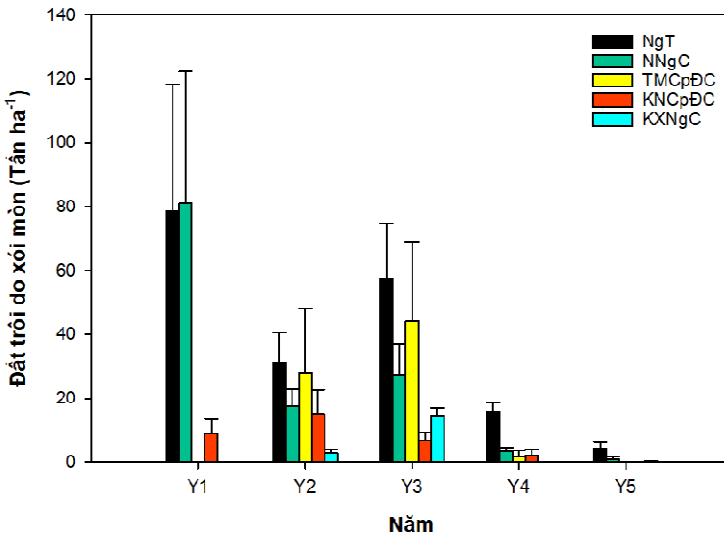
26.5. LỢI ÍCH GIẢM THIỂU XÓI MÒN CỦA NÔNG LÂM KẾT HỢP SO VỚI TRỒNG THUẦN: KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trong 6 hệ thống NLKH được đánh giá có 4 hệ thống có trồng xen các băng cỏ chăn nuôi (NNgc, TMCpĐC, KNCpĐC và KXNgC) được đánh giá về mức độ giảm thiểu xói mòn so với ngô trồng thuần trong 5 năm (Hình 26.3). Tất cả các hệ thống NLKH được đánh giá đều cho thấy hiệu quả rõ rệt trong việc giảm thiểu xói mòn đất so với ngô trồng thuần bắt đầu từ năm thứ 2. Sau 5 năm đánh giá trung bình các hệ thống NLKH NNgc, TMCpĐC, KNCpĐC và KXNgC giảm thiểu rửa trôi xói mòn đất lần lượt là 30, 50, 80 và 90% so với hệ thống ngô trồng thuần.

Điều này chứng tỏ rằng các hệ thống NLKH cho thấy chúng đã góp phần đáng kể vào việc bảo tồn đất thông qua giảm mất đất do xói mòn khi so sánh với hệ thống ngô thuần trong canh tác trên đất dốc tại

vùng Tây Bắc Việt Nam. Tất cả các thành phần cây cối, hoa màu và cỏ trong các hệ thống NLKH này được trồng theo đường đồng mức trên các sườn dốc. Các thành phần cây cối trong hệ thống NLKH trồng theo đường đồng mức và khi chúng phát triển theo thời gian đã tạo ra các rào cản sinh học có vai trò trực tiếp trong việc giảm thiểu xói mòn. Các rào cản sinh học này có thể làm giảm độ dài và độ nghiêng của sườn dốc, do đó giúp kiểm soát xói mòn đất (Young, 1989). Các hệ thống NLKH được đánh giá có kết quả phù hợp với những từ nghiên cứu trước đây về các biện pháp bảo tồn đất ở vùng Tây Bắc Việt Nam. Ví dụ, Fagerström và cộng sự (2002) nhận thấy rằng khi loài cây họ đậu Cốt khí (*Tephrosia candida* (Roxb.) D.C.) được trồng xen với lúa nương (*Oryza sativa* L.) đã làm giảm sự mất đất khoảng 49% so với lúa nương trồng thuần. Vũ và cộng sự (2014) phát hiện ra rằng khi ngô được kết hợp với các dải cỏ ghinê, ngô được kết hợp với làm đất tối thiểu + cây che phủ, và ngô kết hợp với làm đất tối thiểu + cây trồng chuyển tiếp có thể giảm xói mòn đất là 27 - 84, 39 - 100 và 25 - 94% so với ngô trồng thuần.

Hơn thế nữa, trong các hệ thống NLKH, các dải cỏ đóng một vai trò quan trọng trong việc giảm thất thoát đất và dinh dưỡng do xói mòn đất. Các dải cỏ này trồng theo đường đồng mức và phát triển theo thời gian đã tạo ra các cấu trúc vật lý như là những tiểu bậc thang để giảm thiểu xói mòn và có thể thay đổi tốc độ dòng chảy bề mặt trong canh tác trên đất dốc (Are và cộng sự, 2018). Các tiểu bậc thang trong các hệ thống NLKH được hình thành do quá trình bồi lắng dần của đất phía trên các dải cỏ. Thêm vào đó, cây cối hoặc cây bụi được trồng trên hoặc gần các tiểu bậc thang này có thể giúp củng cố và ổn định các cấu trúc tiểu bậc thang hơn (Rutebuka và cộng sự, 2021). Những cấu trúc tiểu bậc thang hoặc ruộng bậc thang được tạo ra ở những vùng đất dốc, khi kết hợp với các kỹ thuật nông nghiệp khác, có thể làm tăng đáng kể năng suất nông nghiệp và cải thiện hiệu quả sử dụng nước (Chai và cộng sự, 2014).



Hình 26.3. Đất bị rửa trôi do xói mòn ở các hệ thống NLKH so với ngô trồng thuần. Nhãn - ngô - cỏ chăn nuôi (NNgC); tẻch - mạn - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi (TMCpĐC); keo - nhãn - cà phê - đậu tương - cỏ chăn nuôi (KNCpĐC) và keo - xoài - ngô - cỏ chăn nuôi (KXNgC) được so sánh với hệ thống ngô thuần (NgT)

Tuy nhiên, việc giảm thiểu xói mòn đất của các hệ thống NLKH còn phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như cường độ mưa, đặc tính của đất, độ dốc, kiểu thảm thực vật. Ngoài ra, việc giảm thiểu xói mòn của các hệ thống NLKH còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố quản lý, chẳng hạn như việc thiết kế hệ thống, lựa chọn cây trồng, tỷ lệ phân bón phân, đốn tía cây, kiểm soát cỏ dại và tàn dư thực vật. Do đó cần có những nghiên cứu sâu hơn để hiểu đầy đủ lợi ích của các hệ thống nông lâm kết hợp như bảo tồn đất ở các vùng đất dốc phía Tây Bắc Việt Nam.

26.6. THÁCH THỨC VÀ GIẢI PHÁP CHO VIỆC MỞ RỘNG PHƯƠNG THỨC CANH TÁC NÔNG LÂM KẾT HỢP TRÊN ĐẤT ĐỐC TẠI TÂY BẮC VIỆT NAM

Việc áp dụng phương thức NLKH như một giải pháp canh tác nông nghiệp bền vững trên các vùng đất dốc của Tây Bắc Việt Nam bị

ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố. Về mặt hiệu quả kinh tế, sử dụng phương thức canh tác NLKH đòi hỏi chi phí thành lập cao, bao gồm cả chi phí lao động (Đỗ và cộng sự, 2020a, Đỗ và cộng sự, 2020b). Do đó cũng có thể dẫn đến lỗ ròng trong vài năm đầu tiên. Các rào cản khác đối với việc áp dụng NLKH bao gồm thị trường không ổn định cho sản phẩm, cũng như giá cả và năng suất không ổn định liên quan đến cây và sản phẩm trồng trọt (Đỗ và cộng sự, 2020a; Đỗ và cộng sự, 2020b; Hoàng và cộng sự, 2015). Nông dân có thể phải đối mặt với những thách thức trong việc chuyển đổi ruộng nương của họ sang NLKH do thiếu chuyên môn, tài chính và thời gian, cũng như những rủi ro cố hữu liên quan đến việc áp dụng một phương thức mới (Đỗ và cộng sự, 2020b; Zimmer và cộng sự, 2018). Hơn nữa với độ dốc lớn kèm theo các điều kiện thời tiết biến động của khu vực Tây Bắc với các hiện tượng thời tiết khắc nghiệt như hạn hán, lũ quét, sương muối và băng giá cũng gây rủi ro cho việc áp dụng NLKH (Đỗ và cộng sự, 2020b). Ngoài ra, các chính sách coi nông nghiệp và lâm nghiệp là các hệ thống sử dụng đất khác nhau, không khuyến khích nông dân sản xuất nhỏ kết hợp trồng cây lâu năm và trồng cây hàng năm cũng ảnh hưởng đến phát triển NLKH (Simelton và cộng sự, 2017). Do đó, các thực hành nông lâm kết hợp vẫn chưa trở nên hấp dẫn đối với các bên liên quan tại địa phương.

Việc mở rộng và phát triển bền vững phương thức canh tác NLKH trong khu vực sẽ cần hỗ trợ tài chính để giải quyết khó khăn về đầu tư cho bà con nông dân. Hỗ trợ về cây giống, phân bón và các loại vật tư khác cho bà con nông dân để thực hiện NLKH. Hỗ trợ thông qua các gói hỗ trợ vay vốn không lãi suất hoặc lãi suất thấp, tạo điều kiện thuận lợi về mặt cơ sở hạ tầng, quyền sử dụng đất, và các gói tư vấn hỗ trợ về kỹ thuật NLKH. Cần cải thiện chuỗi giá trị thị trường, đặc biệt là về mặt ổn định thị trường cho các sản phẩm

nông nghiệp là điều kiện tiên quyết cho mở rộng NLKH (Đỗ và cộng sự, 2020; Đỗ và cộng sự, 2020b). Việc mở rộng NLKH cần phải lồng ghép vào kế hoạch sử dụng đất nông nghiệp và lâm nghiệp cũng như các chương trình hỗ trợ cho nông nghiệp phù hợp với điều kiện cụ thể của từng địa phương và từng hộ nông dân (Simelton và cộng sự, 2015). Cùng với đó cần chú trọng phát triển và nâng cao năng lực cho bà con nông dân và cán bộ khuyến nông cấp xã - huyện về NLKH thông qua các khóa bồi dưỡng và đào tạo. Chính quyền địa phương, các sở ban ngành, các hội đoàn thể cũng như các tổ chức bao gồm cả tổ chức phi chính phủ cần tích cực tham gia vào vận động, tuyên truyền, khuyến khích, hỗ trợ bà con nông dân nhân rộng các mô hình NLKH có hiệu quả.

26.7. KẾT LUẬN

- Khi so sánh với các hệ thống trồng thuần, các hệ thống NLKH mang lại tổng sản lượng cao hơn, sản phẩm đa dạng hơn và tổng doanh thu cao hơn cho nông dân từ năm thứ hai trở đi.

- Hệ thống NLKH cho thấy chức năng đáng kể trong việc kiểm soát và giảm thiểu đất bị rửa trôi do xói mòn so với các hệ thống trồng thuần trên đất dốc.

- Những thách thức như chi phí đầu tư cao và thị trường không ổn định đối với các sản phẩm NLKH khiến cho tỷ lệ áp dụng và chấp nhận NLKH còn thấp, dẫn đến nhiều khó khăn trong việc thúc đẩy, mở rộng NLKH trong khu vực.

- Hỗ trợ tài chính để đáp ứng chi phí đầu tư cao cho NLKH, tạo ra chuỗi giá trị tốt hơn với sự ổn định của thị trường là điều kiện tiên quyết đối với nông dân để có thể tiếp nhận và mở rộng NLKH ở vùng Tây Bắc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Are K, Oshunsanya S, Oluwatosin G. 2018. Changes in soil physical health indicators of an eroded land as influenced by integrated use of narrow grass strips and mulch. *Soil and tillage research* 184:269-280.
- Catacutan D, Van Noordwijk M, Nguyen T, Öborn I, Mercado A. 2017. *Agroforestry: contribution to food security and climate-change adaptation and mitigation in Southeast Asia*. White Paper. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program.
- Chai Q, Gan Y, Turner NC, Zhang RZ, Yang C, Niu Y và Siddique KH. 2014. Water-saving innovations in Chinese agriculture. *Advances in agronomy* 126:149-201.
- Coche AG, Muir JF. 1998. *Management for freshwater fish culture, fish stocks, and farm management*. 21. Food và Agriculture Org.
- Cook BG, Pengelly BC, Brown S, Donnelly J, Eagles D, Franco M, Hanson J, Mullen BF, Partridge I, Peters M. 2005. *Tropical Forages: an interactive selection tool*. Tropical Forages: an interactive selection tool.
- Đỗ H, Luedeling E, Whitney C. 2020a. *Decision analysis of agroforestry options reveals adoption risks for resource-poor farmers*. *Agronomy for Sustainable Development*, 40, pp. 1-12.
- Đỗ VH, La N, Mulia R, Bergkvist G, Dahlin AS, Nguyen VT, Pham HT, Öborn I. 2020b. Fruit tree-based agroforestry systems for smallholder farmers in northwest vietnam - A quantitative and qualitative assessment. *Land* 9(11):451.
- Fagerström MH, Nilsson S, Van Noordwijk M, Phien T, Olsson M, Hansson A, Svensson C. 2002. Does *Tephrosia candida* as fallow

- species, hedgerow or mulch improve nutrient cycling and prevent nutrient losses by erosion on slopes in northern Viet Nam? *Agriculture, ecosystems và environment* 90(3):291-304.
- Gordon AM, Newman SM, Coleman B. 2018. *Temperate agroforestry systems*. CABI.
- Hoàng TL, Roshetko JM, Huu TP, Pagella T, Mai PN. 2017. Agroforestry-the most resilient farming system for the hilly Northwest of Vietnam. *International Journal of Agriculture System* 5(1):1-23.
- Hoàng VT, Tran VD, Kozan O, Catacutan DC. 2015. Cost-benefit analysis for agroforestry systems in Vietnam. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics và Sociology* 158-165.
- Jose S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry systems* 76(1):1-10.
- Luedeling E, Kindt R, Huth NI, Koenig K. 2014. Agroforestry systems in a changing climate—challenges in projecting future performance. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 6:1-7.
- Malézieux E, Crozat Y, Dupraz C, Laurans M, Makowski D, Ozier-Lafontaine H, Rapidel B, de Tourdonnet S, Valantin-Morison M. 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agron Sustain Dev* 29: 43-62.
- Mbow C, Van Noordwijk M, Luedeling E, Neufeldt H, Minang PA, Kowero G. 2014. Agroforestry solutions to address food security and climate change challenges in Africa. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 6:61-67.
- Nguyễn MP, Vaast P, Pagella T, Sinclair F. 2020. Local knowledge about ecosystem services provided by trees in coffee agroforestry practices in northwest Vietnam. *Land* 9(12):486.

- Rutebuka J, Uwimanzi AM, Nkundwakazi O, Kagabo DM, Mbonigaba JJM, Vermeir P, Verdoodt A. 2021. Effectiveness of terracing techniques for controlling soil erosion by water in Rwanda. *Journal of Environmental Management* 277:111369.
- Schmitter P, Dercon G, Hilger T, Le Ha TT, Thanh NH, Lam N, Vien TD, Cadisch G. 2010. Sediment induced soil spatial variation in paddy fields of Northwest Vietnam. *Geoderma* 155(3-4):298-307.
- Simelton E, Catacutan D, Dao C, Le D. 2015. *Agroforestry-a policy imperative for Vietnam*. Policy Brief VN No, 1.
- Simelton ES, Catacutan DC, Dao TC, Dam BV, Le TD. 2017. Factors constraining and enabling agroforestry adoption in Viet Nam: a multi-level policy analysis. *Agroforestry systems* 91(1): 51-67.
- Vũ ĐT, Hilger T, MacDonald L, Clemens G, Shiraishi E, Vien TD, Stahr K, Cadisch G. 2014. Mitigation potential of soil conservation in maize cropping on steep slopes. *Field Crops Research* 156: 91-102.
- Wezel A, Luibrand A, Thanh LQ. 2002. *Temporal changes of resource use, soil fertility and economic situation in upland Northwest Vietnam*. *Land Degradation và Development* 13(1):33-44.
- Young A. 1989. *Agroforestry for soil conservation*. CAB International, Wallingford, UK.
- Zimmer HC, Le Thi H, Lo D, Baynes J, Nichols JD. 2018. Why do farmers still grow corn on steep slopes in northwest Vietnam? *Agroforestry systems* 92(6): 1721-1735.