

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO - BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PT NÔNG THÔN
VIỆN KHOA HỌC NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM**

TRẦN THỊ MINH THU

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CÁC YẾU TỐ HẠN CHẾ
VỀ ĐẤT ĐỐI VỚI CÂY RAU CẢI BẮP TRÊN VÙNG
SẢN XUẤT RAU CHÍNH TẠI TỈNH LÀO CAI**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ NÔNG NGHIỆP

HÀ NỘI, 2022

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO - BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PT NÔNG THÔN
VIỆN KHOA HỌC NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

TRẦN THỊ MINH THU

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CÁC YẾU TỐ HẠN CHẾ
VỀ ĐẤT ĐỐI VỚI CÂY RAU CẢI BẮP TRÊN VÙNG
SẢN XUẤT RAU CHÍNH TẠI TỈNH LÀO CAI**

Chuyên ngành: **Khoa học đất**

Mã số: **962 01 03**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ NÔNG NGHIỆP

Người hướng dẫn khoa học:

- 1. PGS. TS. Nguyễn Văn Bộ**
- 2. PGS. TS. Trần Minh Tiến**

HÀ NỘI, 2022

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Kết quả nghiên cứu nêu trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác. Các thông tin trích dẫn đều được chỉ rõ nguồn gốc.

Hà Nội, ngày tháng năm 2022

Tác giả luận án

Trần Thị Minh Thu

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành luận án, ngoài sự nỗ lực của bản thân, tôi đã nhận được rất nhiều sự giúp đỡ tận tình, tạo điều kiện của các tập thể, cá nhân và người thân trong gia đình.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến Ban Thông tin và Đào tạo viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam; Lãnh đạo Viện Thổ nhưỡng Nông hóa; phòng Khoa học và Hợp tác Quốc tế; cán bộ Bộ môn Nghiên cứu Phát sinh học và Phân loại đất, cán bộ phòng Phân tích Trung tâm, Viện Thổ nhưỡng Nông hóa; cán bộ Trung tâm Nghiên cứu trồng và Chế biến cây thuốc Hà Nội, Viện Dược liệu; cán bộ Bộ môn Nghiên cứu thị trường, Viện Nghiên cứu Rau quả; Trung tâm Dịch vụ Nông nghiệp thị xã Sa Pa và huyện Bắc Hà, tỉnh Lào Cai; Trại Nghiên cứu và Sản xuất rau, quả Bắc Hà; HTX Nông nghiệp Dì Thàng; HTX Nông nghiệp Na Hối; HTX Nông nghiệp Mai Anh. Tôi xin chân thành cảm ơn Ban Điều phối và các cán bộ dự án “Xây dựng hệ thống sản xuất - kinh doanh rau bền vững, hiệu quả ở khu vực Tây Bắc Việt Nam và Australia”, đặc biệt là TS. Stephen Harper đã hỗ trợ thiết kế thí nghiệm đồng ruộng, TS. Paul J Milham đã hỗ trợ phân tích các chỉ tiêu vi lượng và TS. Phan Thúy Hiền đã tạo mọi điều kiện tốt nhất cho tôi trong suốt quá trình thực hiện luận án.

Đặc biệt, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới PGS.TS. Nguyễn Văn Bộ và PGS. TS. Trần Minh Tiến - thầy hướng dẫn đã tạo điều kiện và tận tình giúp đỡ tôi để đề tài đạt được các mục tiêu, nội dung đề ra, đảm bảo cho luận án hoàn thành có chất lượng.

Trân trọng cảm ơn tới các đồng nghiệp, bạn bè, người thân, gia đình đã luôn sát cánh bên tôi, động viên và tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tôi trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thành luận án.

Hà Nội, ngày tháng năm 2022

Tác giả luận án

Trần Thị Minh Thu

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT.....	vi
DANH MỤC BẢNG.....	viii
DANH MỤC HÌNH	xi
MỞ ĐẦU.....	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Mục tiêu nghiên cứu.....	3
3. Phạm vi và đối tượng nghiên cứu	3
4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	4
5. Những đóng góp mới của luận án	5
Chương 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU	6
1.1. Tình hình sản xuất rau cải bắp	6
1.1.1. Giới thiệu về cây cải bắp.....	6
1.1.2. Sản xuất cải bắp trên thế giới.....	8
1.1.3. Sản xuất cải bắp tại Việt Nam.....	10
1.1.4. Sản xuất rau và sản xuất cải bắp tại tỉnh Lào Cai	12
1.2. Tình hình nghiên cứu yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp.....	16
1.2.1. Tình hình nghiên cứu yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây trồng.....	17
1.2.2. Tình hình nghiên cứu yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp.....	25
1.2.3. Tình hình nghiên cứu các phương pháp xác định yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây trồng	31
1.3. Tình hình nghiên cứu giải pháp khắc phục các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp	38

1.3.1. Tình hình nghiên cứu giải pháp khắc phục các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp trên thế giới	38
1.3.2. Tình hình nghiên cứu giải pháp khắc phục các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp tại Việt Nam	43
Chương 2. VẬT LIỆU, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	48
2.1. Vật liệu nghiên cứu	48
2.1.1. Giống cải bắp thí nghiệm.....	48
2.1.2. Phân bón.....	48
2.2. Nội dung nghiên cứu	48
2.3. Phương pháp nghiên cứu.....	49
2.3.1. Tiến trình nghiên cứu	49
2.3.2. Phương pháp điều tra	49
2.3.3. Phương pháp lấy mẫu đất.....	51
2.3.4. Phương pháp phân tích mẫu đất.....	51
2.3.5. Phương pháp xác định các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp	52
2.3.6. Phương pháp bố trí thí nghiệm.....	56
2.3.7. Phương pháp xử lý thống kê	66
Chương 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN	67
3.1. Thực trạng sản xuất rau cải bắp vùng nghiên cứu	67
3.1.1. Đặc điểm vùng nghiên cứu	67
3.1.2. Thực trạng sản xuất rau và các biện pháp canh tác cây cải bắp vùng nghiên cứu	73
3.2. Các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây cải bắp	87
3.2.1. Xác định các yếu tố hạn chế về đất thông qua đánh giá khả năng thích hợp về đặc điểm đất đai đối với rau cải bắp.....	87
3.2.2. Xác định các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất thông qua phân tích lá cải bắp	94

3.2.3. Xác định các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với rau cải bắp thông qua xác định cân bằng dinh dưỡng quy mô nông hộ.	100
3.3. Nghiên cứu các giải pháp khắc phục một số yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp tại huyện Sa Pa và Bắc Hà	109
3.3.1. Xác định lượng vôi bón thích hợp cho cải bắp	109
3.3.2. Xác định lượng đạm bón thích hợp cho cải bắp	117
3.3.3. Xác định lượng lân bón thích hợp cho cải bắp	120
3.3.4. Nghiên cứu bổ sung vi lượng phù hợp cho cây cải bắp.....	126
3.3.5. Xây dựng mô hình thực nghiệm canh tác rau cải bắp có hiệu quả trên cơ sở kết quả các giải pháp khắc phục các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất với cây rau cải bắp tại vùng nghiên cứu	130
KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ.....	134
Kết luận:	134
Đề nghị.....	135
DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN	136
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	137
Tài liệu tiếng Việt:	137
Tài liệu tiếng Anh:	143
PHỤ LỤC.....	153

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

1	BS	Base Saturation (Độ no bazơ)
2	NN và PTNT	Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn
3	Cs	Cộng sự
4	CEC	Cation Exchange Capacity (Khả năng trao đổi cation)
5	CT	Công thức
6	CV (%)	Sai số thí nghiệm
7	ĐGĐĐ	Đánh giá đất đai
8	FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Tổ chức Nông lương Liên Hiệp Quốc)
9	HTX	Hợp tác xã
10	HCVS	Hữu cơ vi sinh
11	LSD _{0,05}	Sai biệt nhỏ nhất có ý nghĩa ở mức tin cậy 95%
12	MH	Mô hình
13	NUE	Nutrient use efficiency (Hiệu quả sử dụng dinh dưỡng)
14	NN	Nông nghiệp
15	PC	Phân chuồng
16	PRA	Participatory Rural Appraisal (Phương pháp có sự tham gia của cộng đồng)
17	SSNM	Site Specific Nutrient Management (Quản lý dinh dưỡng theo vùng chuyên biệt)
18	SXNN	Sản xuất nông nghiệp
19	TB	Trung bình

20	TBC	Total base cations (Tổng cation kiềm trao đổi)
21	TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
22	TN	Thí nghiệm
23	TP	Thành phố
24	YTHC	Yếu tố hạn chế
25	WRB	World Reference Base for Soil Resources (Tham chiếu Tài nguyên đất Thế giới)

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Diện tích, năng suất và sản lượng cải bắp và một số loại cải khác trên thế giới trong 5 năm gần đây (2016 - 2020)	8
Bảng 1.2: Diện tích, năng suất và sản lượng cải bắp của 10 nước sản xuất chính năm 2020	10
Bảng 1.3: Diện tích, năng suất, sản lượng cải bắp tại Việt Nam	11
Bảng 1.4: Tình hình sản xuất rau, đậu các loại của tỉnh Lào Cai từ năm 2016 - 2021	13
Bảng 1.5: Tình hình sản xuất cải bắp của tỉnh Lào Cai từ năm 2014 - 2018.....	14
Bảng 1.6. Phân cấp mức độ hạn chế trong đất đối với cây trồng.....	32
Bảng 1.7: Lượng lân khuyến cáo bón cho cải bắp theo mức năng suất và hàm lượng lân trong đất.....	41
Bảng 1.8: Lượng đạm (kg/ha) khuyến cáo bón theo hàm lượng hữu cơ đất	41
Bảng 1.9: Lượng kali khuyến cáo bón theo năng suất cải bắp và hàm lượng K ₂ O dễ tiêu và CEC đất.	41
Bảng 1.10: Xác định N bón cho cải bắp theo hàm lượng hữu cơ (OC) đất	42
Bảng 1.11: Lượng phân bón khuyến cáo cho cải bắp	46
Bảng 2.1. Một số yêu cầu về tính chất đất của cây cải bắp.....	53
Bảng 2.2. Hàm lượng dinh dưỡng thích hợp trong chất khô của lá cải bắp	54
Bảng 3.1: Năng suất rau trong các hệ thống canh tác khác nhau (kg/sào)	74
Bảng 3.2. Kết quả điều tra nông dân về sử dụng phân bón	75
Bảng 3.3. Thực trạng sử dụng thuốc BVTV trên cải bắp tại Sa Pa và Bắc Hà.....	78
Bảng 3.4 : Xếp hạng các hạn chế, khó khăn trong sản xuất cải bắp của các hộ nông dân thị xã Sa Pa	82
Bảng 3.5: Xếp hạng các hạn chế, khó khăn trong sản xuất cải bắp của các hộ nông dân huyện Bắc Hà	83

Bảng 3.6. Thống kê kết quả phân tích mẫu đất trồng cải bắp.....	88
Bảng 3.7. Kết quả phân cấp tính chất đất trồng cải bắp.....	91
Bảng 3.8. Hàm lượng dinh dưỡng trong lá cải bắp.....	94
Bảng 3.9. Số lượng, tỷ lệ số mẫu thiếu hụt (dưới ngưỡng thích hợp), đủ (trong ngưỡng thích hợp) và dư thừa (ngoài ngưỡng thích hợp).....	96
Bảng 3.10. Ảnh hưởng của các công thức phun vi lượng đến hàm lượng dinh dưỡng trong lá cải bắp tại Sa Pa và Bắc Hà	99
Bảng 3.11: Năng suất, hàm lượng dinh dưỡng và lượng dinh dưỡng lấy đi của cải bắp.....	104
Bảng 3.12: Tổng sinh khối, chỉ số thu hoạch, lượng dinh dưỡng lấy đi trong phần thu hoạch, lượng phân bón vào và hiệu quả sử dụng phân bón của cải bắp.....	107
Bảng 3.13. Ảnh hưởng của các mức bón vôi đến giá trị pHKCl của mẫu đất sau 7 ngày và 14 ngày	111
Bảng 3.14. Ảnh hưởng của các mức bón vôi đến năng suất cải bắp tại vụ hè.....	113
Bảng 3.15. Ảnh hưởng của các mức bón vôi đến năng suất cải bắp tại vụ đông ở Sa Pa và Bắc Hà	115
Bảng 3.16. Ảnh hưởng của các mức bón vôi trên nền có bổ sung vi lượng đến năng suất cải bắp tại vụ đông ở Bắc Hà.....	117
Bảng 3.17: Kết quả phân tích đất trước thí nghiệm	118
Bảng 3.18. Ảnh hưởng của các mức bón đạm đối với cải bắp	119
Bảng 3.19. Ảnh hưởng của các mức bón lân đến năng suất cải bắp trên nền không bón vôi.....	121
Bảng 3.20. Ảnh hưởng của lượng phân lân đến năng suất cải bắp trên nền có bón vôi.....	124
Bảng 3.21. Ảnh hưởng của các công thức bón vi lượng đến năng suất cải bắp vụ hè tại Sa Pa.....	126

Bảng 3.22. Ảnh hưởng của các công thức bón vi lượng đến năng suất cải bắp vụ đông tại Sa Pa tại Sa Pa và Bắc Hà	128
Bảng 3.23. Một số chỉ tiêu cấu thành năng suất cải bắp của mô hình	131
Bảng 3.24: Một số chỉ tiêu năng suất cải bắp của mô hình.....	132
Bảng 3.25. Hiệu quả kinh tế của mô hình canh tác cải bắp	133

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1: Ảnh hưởng của pH đối với độ hữu hiệu của các chất dinh dưỡng trong đất (Nguồn: IPNI, 1995) [dẫn theo Nguyễn Văn Bộ 2017, [4].	21
Hình 2.1. Quy trình xác định yếu tố hạn chế trong đất đối với cây trồng	52
Hình 3.1. Vị trí tỉnh Lào Cai trên bản đồ Việt Nam (bên trái) và vị trí thị xã Sa Pa và huyện Bắc Hà trong tỉnh Lào Cai (bên phải)	67
Hình 3.2 Vị trí các điểm lấy mẫu đất tại thị xã Sa Pa (a) và huyện Bắc Hà (b)	87
Hình 3.3. Hiệu quả sử dụng dinh dưỡng cho cây cải bắp của một số hộ tại Sa Pa.	102
Hình 3.4. Hiệu quả sử dụng dinh dưỡng cho cây cải bắp của một số hộ tại Bắc Hà	103
Hình 3.5. Ảnh hưởng của các mức vôi bón đến độ pH_{KCl} của đất sau 7 ngày (a) và sau 15 ngày (b)	110
Hình 3.6: Ảnh hưởng của các mức bón vôi đến giá trị pH đất trồng cải bắp vụ hè tại Sa Pa (a) và Bắc Hà (b)	112
Hình 3.7: Ảnh hưởng của các mức bón vôi đến giá trị pH đất trồng cải bắp vụ đông tại Sa Pa (a) và Bắc Hà (b)	114
Hình 3.8: Ảnh hưởng của các mức bón vôi trên nền bổ sung vi lượng đến giá trị pH đất trồng cải bắp vụ đông tại Bắc Hà	116
Hình 3.9. Ảnh hưởng của lượng đạm bón với tổng sinh khối (bên trái) và năng suất (bên phải) của cải bắp	120
Hình 3.10. Ảnh hưởng của lượng đạm bón đến năng sinh khối phân bắp (N1 đến N5 là mức bón 30, 90, 150, 210 và 270 kg N/ha)	120
Hình 3.11. Ảnh hưởng của lượng phân lân đến năng suất sinh khối và phân bắp trên nền không bón vôi (P0 đến P5 là mức bón lân 0, 30, 60, 90 120 và 150 kg P_2O_5 /ha; C0 là không bón vôi)	122
Hình 3.12. Ảnh hưởng của lượng lân trên nền không bón vôi với tổng sinh khối (bên trái) và năng suất (bên phải) của cải bắp	123

- Hình 3.13. Ảnh hưởng của lượng phân lân đến năng suất sinh khối và phần bắp trên nền có bón vôi (P0 đến P5 là mức bón lân 0, 30, 60, 90 120 và 150 kg P₂O₅/ha; C1 là bón vôi mức 2 tấn/ha).....125
- Hình 3.14. Ảnh hưởng của lượng lân trên nền có bón vôi với tổng sinh khối (bên trái) và năng suất (bên phải) của cải bắp.....125
- Hình 3.15. Ảnh hưởng của các công thức bổ sung vi lượng đối với năng suất sinh khối và năng suất phần bắp trong vụ hè 2016 tại Sa Pa. Công thức đối chứng (nil) không bón vi lượng, và các ký hiệu Zn, B, Mo, Cu thể hiện công thức bón vi lượng đơn lẻ, all là công thức kết hợp của Zn + B + Mo + Cu127
- Hình 3.16. Ảnh hưởng của vi lượng tới tổng sinh khối và năng suất bắp cải tại vụ đông tại Bắc Hà (a) và Sa Pa (b). Công thức đối chứng (nil) không bón vi lượng, và các ký hiệu Zn, B, Mo, Cu thể hiện công thức bón vi lượng đơn lẻ, all là công thức kết hợp của Zn + B + Mo + Cu129

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Trong sản xuất nông nghiệp, cây rau là một trong số cây thực phẩm mang lại hiệu quả kinh tế cao trên cùng một đơn vị diện tích [8]. Trồng rau không chỉ tạo cơ hội việc làm, mang lại thu nhập ổn định, góp phần cải thiện các điều kiện kinh tế - xã hội mà còn cung cấp nguồn dinh dưỡng cần thiết đảm bảo sức khỏe và an ninh lương thực cho con người. Sản xuất rau là ngành sản xuất có hiệu quả kinh tế cao, thu hút nhiều lao động; có lợi thế so sánh về xuất khẩu so với các nước trong khu vực vì trồng được vụ đông và gần thị trường Trung Quốc. Năm 2020, tổng sản lượng rau các loại của cả nước là 18,33 triệu tấn, tăng 1,194 triệu tấn và diện tích tăng 33,9 nghìn ha so với năm 2018 [37]. Các loài rau chính ở nước ta là: cải bắp, cà chua, su hào, dưa chuột, ớt, đậu cô ve và các loại rau ăn lá khác.

Cải bắp (*Brassica oleracea* nhóm *Capitata*) là một loại rau chủ lực trong họ thập tự. Cải bắp được trồng phổ biến trên thế giới. Ở Việt Nam, cải bắp không chỉ được trồng ở quy mô lớn để làm hàng hóa mà trong những mảnh vườn của nhiều gia đình cũng tự trồng để cung cấp rau sạch cho gia đình. Cải bắp là cây rau quan trọng trong vụ đông xuân ở miền Bắc nước ta [6]. Cải bắp là loại rau có giá trị dinh dưỡng và năng suất cao; dễ bảo quản, dễ vận chuyển; có thị trường tiêu thụ lớn.

Với khí hậu mát mẻ quanh năm, Lào Cai hiện đang được xem là địa phương được thiên nhiên ưu đãi, có lợi thế để sản xuất rau, nhất là các mặt hàng rau trái vụ nhằm phục vụ cho thị trường các tỉnh miền xuôi. Diện tích trồng rau của Lào Cai trong 5 năm gần đây liên tục tăng (từ 11.732 ha năm 2016 lên 14.249 ha năm 2020), sản lượng rau tăng từ 128.617 tấn năm 2017 lên 182.243 tấn năm 2020. Về diện tích, trong các loại rau được trồng phổ biến ở Lào Cai, cải bắp là cây có diện tích lớn nhất; cải bắp và tất cả các loại rau họ cải là loại rau được trồng phổ biến nhất trong cả hai mùa. Mặt khác, cải bắp cũng là cây được mở rộng diện tích nhanh nhất, trong khi các cây rau màu khác biến động diện tích không nhiều, diện tích cải bắp tăng từ 885,5 ha năm 2014 lên 1.455 ha năm 2018 [36]. Đặc biệt, thị xã Sa Pa và

huyện Bắc Hà là vùng có điều kiện thuận lợi nhất, có thể trồng được quanh năm nhiều loại rau, do ảnh hưởng của độ cao, nên có khí hậu cho phép trồng cải bắp quanh năm.

Tuy nhiên, năng suất cải bắp không cao so với tiềm năng, năng suất cải bắp trung bình từ 2014 - 2018 chỉ đạt 126,5 tạ/ha, trong khi năng suất trung bình cả nước đạt 256,4 tạ/ha [36], vì vậy sản lượng hàng năm đáp ứng được rất thấp so với nhu cầu tiêu dùng tại chỗ chưa nói đến việc xuất khẩu. Năm 2019, lượng rau xanh nhập khẩu từ Trung Quốc qua cửa khẩu Lào Cai phục vụ nhu cầu tiêu thụ trong và ngoài tỉnh trung bình tháng khoảng trên 4.000 tấn, bao gồm cải bắp, cà rốt, súp lơ, cải củ, cải thảo, cà chua và cải ăn lá. Ngoài nguyên nhân liên quan tới yếu tố thiên nhiên, môi trường, sâu bệnh, thiên tai,... thì đất trồng và dinh dưỡng trong đất là yếu tố vô cùng quan trọng trong việc quyết định sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng nói chung và cây cải bắp nói riêng. Theo kết quả nghiên cứu của Viện Thổ nhưỡng Nông hóa (2015), các yếu tố hạn chế về đất đai của Lào Cai là: Độ dốc lớn, mức độ đá lẫn trong đất cao (41, 84% diện tích có đá lẫn > 40%), các loại đất hầu hết là chua, phần lớn các loại đất đều có yếu tố dinh dưỡng thấp, ngoại trừ nhóm đất đỏ, đất dốc tụ và một số loại đất thuộc nhóm đất phù sa [48]. Hơn nữa, đất xám là nhóm đất chiếm ưu thế của tỉnh Lào Cai [34] cũng như của thị xã Sa Pa và huyện Bắc Hà, phân bố trên địa hình dốc nên mưa nhiều với cường độ cao dẫn đến xói mòn, rửa trôi tầng đất mặt, mất đi các cation kiềm và kiềm thổ, chất dinh dưỡng, dẫn đến chua hóa và nghèo kiệt hóa dinh dưỡng [48]. Theo tác giả Nguyễn Tử Siêm & Thái Phiên (1999), đồi núi dễ bị xói mòn và rửa trôi; giảm khả năng trao đổi cation và độ no bazơ; tăng độ chua; tăng khả năng cố định lân, cố kết P dễ tiêu thành lân khó tiêu [25].

Mục tiêu của tỉnh là đưa Lào Cai trở thành một trong những nơi sản xuất chuyên canh cải bắp có thương hiệu trên thị trường, nâng cao năng suất cải bắp, đặc biệt phát triển sản xuất cải bắp phải theo hướng bền vững, bảo vệ môi trường góp phần phát triển du lịch sinh thái nông nghiệp. Đồng thời, chuyển dịch cơ cấu cây trồng, phát triển kinh tế, nâng cao đời sống vật chất cho bà con các dân tộc, mở rộng

sản xuất cải bắp ở các hộ gia đình. Tuy nhiên, việc đẩy mạnh sản xuất để tăng mạnh về số lượng và chất lượng cải bắp nhằm cung cấp cho thị trường tiêu thụ nội địa và xuất khẩu là bài toán không đơn giản đối với nghề trồng rau ở Sa Pa và Bắc Hà.

Muốn vậy, xác định các yếu tố hạn chế trong đất và dinh dưỡng đất, từ đó nghiên cứu bón phân cân đối, hợp lý, có hiệu quả, đáp ứng và cung cấp phân bón theo yêu cầu dinh dưỡng của cây trồng để tăng năng suất cây trồng, cải thiện độ phì đất, sử dụng kỹ thuật phù hợp với điều kiện địa phương là những yếu tố cơ bản để xây dựng một hệ thống canh tác rau hiệu quả và bền vững. Chính vì vậy, việc tiến hành **“Nghiên cứu xác định các yếu tố hạn chế về đất đối với cây rau cải bắp trên vùng sản xuất rau chính tại tỉnh Lào Cai”** là rất cấp thiết.

2. Mục tiêu nghiên cứu

2.1. Mục tiêu tổng quát

Nâng cao năng suất, hiệu quả sản xuất cải bắp trên vùng sản xuất rau chính tại tỉnh Lào Cai.

2.2. Mục tiêu cụ thể

- Đánh giá được thực trạng sản xuất rau cải bắp và đặc điểm đất trồng rau cải bắp trên vùng sản xuất rau chính tỉnh Lào Cai.

- Xác định được các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với năng suất cây cải bắp trên vùng sản xuất rau chính tỉnh Lào Cai.

- Đề xuất được các giải pháp khắc phục các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây cải bắp, nâng cao năng suất, hiệu quả canh tác rau cải bắp tỉnh Lào Cai.

- Xây dựng thử nghiệm kiểm chứng các kết luận khoa học đã được xác định.

3. Phạm vi và đối tượng nghiên cứu

3.1. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi về không gian:

- Nghiên cứu được tiến hành tại các vùng sản xuất rau chính ở thị xã Sa Pa và huyện Bắc Hà, tỉnh Lào Cai.

- Các thí nghiệm về cân bằng dinh dưỡng và xây dựng thử nghiệm kiểm chứng các kết luận khoa học trong nghiên cứu được thực hiện trên qui mô nông hộ.

Phạm vi về thời gian:

- Số liệu sơ cấp: Thu thập thông tin về tình hình sản xuất rau của các hộ nông dân được điều tra năm 2014 - 2015.

- Số liệu thứ cấp: Thu thập trong thời gian từ 2014 - 2020.

- Các số liệu thí nghiệm và mô hình: Thực hiện trong thời gian từ 2016 - 2021.

3.2. Đối tượng nghiên cứu

- Rau cải bắp: Giống rau cải bắp phổ biến tại địa phương, gồm: giống cải bắp Grand KK Cross và New star cross.

- Các tính chất của đất và dinh dưỡng đất, bao gồm: độ chua đất (pH, OC, TBC, CEC, BS) và một số yếu tố dinh dưỡng đa, trung, vi lượng ảnh hưởng tới năng suất cây rau cải bắp.

4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

4.1. Ý nghĩa khoa học

- Cung cấp các dữ liệu khoa học về các yếu tố hạn chế trong đất, dinh dưỡng đất đối với năng suất cây cải bắp tại Lào Cai và một số biện pháp khắc phục làm tiền đề phục vụ cho việc nghiên cứu sâu rộng hơn tại các tỉnh vùng cao.

- Cung cấp các dẫn liệu khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo trên cây cải bắp tại Việt Nam.

4.2. Ý nghĩa thực tiễn

- Kết quả của đề tài là cơ sở khoa học để xây dựng quy trình bón phân hợp lý cho cây cải bắp tại thị xã Sa Pa và huyện Bắc Hà, tỉnh Lào Cai và các địa phương có điều kiện tương tự; đóng góp thiết thực trong việc giúp bà con nông dân thay đổi tập quán sản xuất tự nhiên và chuyển đổi theo hướng nông nghiệp hàng hóa, nâng cao lợi nhuận và tính bền vững trong sản xuất rau của các hộ nông dân, trang trại,

các hợp tác xã sản xuất rau cải bắp, góp phần xóa đói giảm nghèo cho đồng bào dân tộc vùng cao của tỉnh.

- Góp phần cải thiện độ phì đất, bảo vệ tài nguyên đất, bảo vệ môi trường và xây dựng một hệ thống canh tác rau bền vững.

5. Những đóng góp mới của luận án

- Nghiên cứu một cách tổng thể về yếu tố hạn chế (YTHC) về đất và quản lý dinh dưỡng cho cây cải bắp tại tỉnh Lào Cai nói riêng và vùng miền núi phía Bắc Việt Nam nói chung, đặc biệt là vùng cao, trình độ canh tác thấp, đời sống người dân khó khăn.

- Xác định được nguyên tố vi lượng Bo (B) là YTHC với cây cải bắp tại vùng nghiên cứu; Xác định được lượng vôi, đạm và lân thích hợp cho cây cải bắp tại vùng nghiên cứu.

- Bước đầu sử dụng phân tích lá cây cải bắp để xác định được thiếu hụt hoặc dư thừa của 12 nguyên tố dinh dưỡng N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Fe, Cu, Zn và Mo đối với cây cải bắp tại Lào Cai, làm cơ sở cho việc điều chỉnh phân bón phù hợp; Cung cấp bộ số liệu phân tích các nguyên tố đa, trung, vi lượng trong lá cải bắp trồng tại vùng miền núi phía Bắc Việt Nam, làm cơ sở cho các nghiên cứu khác về cây cải bắp.

Chương 1. TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU

1.1. Tình hình sản xuất rau cải bắp

1.1.1. Giới thiệu về cây cải bắp

1.1.1.1. Nguồn gốc và yêu cầu sinh thái của cây cải bắp

Cải bắp được cho là đã phát triển từ một loài hoang dại có nguồn gốc từ Châu Âu, mọc dọc theo bờ biển phía Bắc, eo biển Anh và Bắc Địa Trung. Hiện nay, cải bắp đã được trồng trên khắp thế giới [95].

Cây cải bắp có tên La tinh là *Brassica oleracea var. Capitata* thuộc họ Thập tự Crucifers. Tương tự với nhiều loại rau khác, cải bắp không phải là cây bản địa của Châu Á [82].

Cải bắp thuộc loại cây chịu lạnh, có bộ lá rất phát triển, có hệ số sử dụng nước rất lớn, có bộ rễ chùm khá dày, do đó chịu hạn và chịu nước tốt hơn so với su hào và sup lơ.

- Nhiệt độ: Nhiệt độ tối thiểu để hạt nảy mầm là 5 °C, nhiệt độ nảy mầm tối ưu là 27 °C, phạm vi tối ưu là 7 đến 27 °C và nhiệt độ nảy mầm tối đa là 37 °C. Nhiệt độ thích hợp cho sự hình thành bắp là 15 - 20 °C. Trên 25 °C, sự phát triển ngừng lại. Sự phát triển tối ưu xảy ra ở nhiệt độ trung bình hàng ngày khoảng 17 °C với tối đa trung bình hàng ngày là 24 °C và tối thiểu là 10 °C. Nhiệt độ tối thiểu là 0 °C (đóng băng), nhưng với các giống chịu sương giá có thể chịu nhiệt độ thấp tới -10 °C.[105]. Riêng các giống chịu nhiệt của Nhật Bản có thể sinh trưởng tốt và hình thành bắp thậm chí ở nhiệt độ - 4 °C đến -5 °C [6].

- Nước: Cải bắp có bộ lá lớn nên hệ số thoát hơi nước rất lớn. Kết quả nghiên cứu cho biết sự thoát hơi nước ban ngày lớn hơn ban đêm 16 lần và vào khoảng 10 g nước/1h/1 đơn vị diện tích lá (m²). Đặc biệt ở thời kỳ hình thành bắp cây yêu cầu 80 - 85% độ ẩm đồng ruộng. Trong giai đoạn này nếu không đảm bảo đủ ẩm sẽ dẫn đến hiện tượng bắp nhỏ và nhiều xơ, giảm năng suất và chất lượng.

- Ánh sáng: Cải bắp là cây ưa sáng, đặc biệt ở giai đoạn đầu sinh trưởng.

Thời gian chiếu sáng từ 10 - 12 h/ngày đêm kết hợp với ánh sáng đủ sẽ làm cho cây sinh trưởng bình thường và cho năng suất cao. Tuy nhiên ngày nay nhờ sự phát triển của khoa học người ta đã chọn được các giống có thể cho thu hoạch cao thích hợp cho nhiều thời vụ trồng trong 1 năm [6].

Đất và chất dinh dưỡng: Cải bắp có thể trồng trên tất cả các loại đất nếu đảm bảo đủ ẩm. Nên trồng cải bắp trên đất phù sa, tiêu nước tốt, màu mỡ và giữ ẩm. Các giống sớm thích hợp với đất nhẹ, còn các giống muộn thích hợp với đất nặng hơn và giàu dinh dưỡng, giữ ẩm tốt [6]. Độ pH đất thích hợp cho cải bắp là 6,0 - 6,5. Nói chung, đất mùn thích hợp hơn cho sản xuất cải bắp. Trong điều kiện lượng mưa lớn, đất mùn pha cát thích hợp hơn vì khả năng thoát nước được cải thiện. Cải bắp nhạy cảm vừa phải với độ mặn của đất, độ mặn của đất tăng sẽ làm giảm năng suất giảm cải bắp [109].

Cải bắp rất cần nitơ, photpho và kali. Việc bón phân nên dựa trên kết quả phân tích đất và nên được áp dụng cho từng đồng ruộng. Cải bắp cần 200 đến 250 kg N/ha. N làm tăng nhanh số lá, quyết định năng suất thương phẩm, yêu cầu N suốt trong quá trình sinh trưởng. P có tác dụng làm bắp cuốn sớm hơn, thời kỳ cuốn bắp tăng cường bón phân lân, lân làm tăng khối lượng bắp. K là yếu tố cần thiết sau N, tăng hiệu suất quang hợp và tích lũy chất khô. Hàm lượng dinh dưỡng tính theo chất khô trong lá bọc ngoài bắp ở giai đoạn đã thành bắp là: 3,3% N; 0,5 % P; 3,1% K; 0,4% Mg; 1,6% Ca; 0,2% S; 19 ppm Fe; 10 ppm Mn; 9 ppm Zn; 5 ppm Cu; 17 ppm B; 2 ppm Mo [29].

Cải bắp cũng cần dinh dưỡng trung lượng để tăng trưởng và phát triển, cải bắp cần nhiều Ca, kể đến là S, Mg. Để tạo thành 1 tấn bắp cải, cây cải bắp lấy đi từ đất 0,05 kg MgO; 0,21 kg CaO [28]. Cải bắp có nhu cầu cao về canxi và sự thiếu hụt chất dinh dưỡng này có thể xảy ra trên đất chua, trên đất có hàm lượng kali rất cao hoặc trên đất khô cằn. Magiê cũng có thể bị thiếu trên đất chua, đất thịt nhẹ hoặc đất có nhiều kali [75]. Sự thiếu hụt Canxi (Ca) ảnh hưởng đến sự phát triển của cải bắp vì cây cải bắp có nhu cầu canxi cao. Vì Ca chỉ được hấp thụ ở các vùng

mô phân sinh của rễ. Đặc điểm này của cây cải bắp kết hợp với nhu cầu Ca cao có thể làm tăng nguy cơ thiếu Ca trong cây trồng [74].

Ngoài ra, cải bắp cũng cần vi chất dinh dưỡng để sinh trưởng và phát triển thích hợp. Cải bắp rất dễ bị thiếu molybden. Tình trạng thiếu sắt phổ biến trên đất phèn, vôi. Sự thiếu hụt mangan phổ biến trên đất có độ pH trên 5,5. Cải bắp yêu cầu boron rất cao. Cải bắp là cây trồng có nhu cầu cao hơn về boron so với nhiều loại rau khác, cải bắp có thể bị thiếu boron ở những nơi có lượng mưa lớn [75]. Sự thiếu hụt boron có thể biểu hiện ở cải bắp dưới dạng hình dáng được gọi là "trái tim rỗng" trong bắp cải, nghĩa là trụ của đầu bắp cải (giữa) trở nên nứt và nâu [102]. Nhu cầu của cây cải bắp với Cu và Mn ở mức trung bình và nhu cầu với Zn ở mức thấp [73].

1.1.2. Sản xuất cải bắp trên thế giới

Châu Á là nơi có diện tích trồng và sản lượng cải bắp lớn nhất (Bảng 1.1), đặc biệt Trung Quốc là quốc gia có diện tích trồng và năng suất cải bắp đứng đầu thế giới.

Bảng 1.1: Diện tích, năng suất và sản lượng cải bắp và một số loại cải khác trên thế giới trong 5 năm gần đây (2016 - 2020)

Năm	Chỉ tiêu	Châu Á	Châu Âu	Châu Đại Đương	Châu Mỹ	Châu Phi
Năm 2016	Diện tích (ha)	1.726.639	343.520	3.292	74.013	247.889
	Năng suất (tấn/ha)	30,597	30,586	43,240	30,078	13,223
	Sản lượng (tấn)	53.636.212	10.507.085	142.347	2.226.169	3.277.810
Năm 2017	Diện tích (ha)	1.713.416	336.283	3.899	76.301	243.576
	Năng suất (tấn/ha)	30,433	31,214	40,252	31,024	13,780
	Sản lượng (tấn)	54.073.862	10.496.717	156.942	2.367.234	3.356.361

Năm	Chỉ tiêu	Châu Á	Châu Âu	Châu Đại	Châu Mỹ	Châu Phi
Năm 2018	Diện tích (ha)	1.792.819	328.360	4.058	71.192	250.006
	Năng suất (tấn/ha)	30,711	29,691	38,809	30,024	13,332
	Sản lượng (tấn)	54.007.683	9.749.374	157.488	2.137.544	3.333.018
Năm 2019	Diện tích (ha)	1.773.157	325.804	3.978	66.769	276.586
	Năng suất (tấn/ha)	30,812	29,834	40,022	31,469	12,783
	Sản lượng (tấn)	54.634.684	9.719.903	159.205	2.101.133	3.535.481
Năm 2020	Diện tích (ha)	1.742.523	316.830	3.791	65.972	285.172
	Năng suất (tấn/ha)	31,485	30,354	40,819	35,345	13,657
	Sản lượng (tấn)	54.863.982	9.617.028	154.743	2.331.802	3.894.610

Nguồn: FAOSTAT [84], [85], [86], [87], [88].

Cải bắp và một số loại cải khác được trồng ở tất cả các châu lục. Trong 5 năm gần đây (2016 - 2010), Châu Á có diện tích và sản lượng lớn nhất, thấp nhất là Châu Đại Dương. Năm 2020, diện tích sản xuất cây cải bắp và một số loại cải khác ở Châu Á là 1.742.523 ha với năng suất 31,485 tấn/ha và đạt sản lượng 54.863.982 tấn; diện tích sản xuất cây cải bắp và một số loại cải khác ở Châu Đại Dương là thấp nhất (3.791 ha), nhưng năng suất đạt cao nhất (40,819 tấn/ha), do diện tích thấp nên sản lượng chỉ đạt 154.743 tấn.

Bảng 1.2: Diện tích, năng suất và sản lượng cải bắp của 10 nước sản xuất chính năm 2020

STT	Quốc gia	Diện tích (ha)	Năng suất (tấn/ha)	Sản lượng (tấn)
1	Trung Quốc	981.083	34,867	34.207.241
2	Ấn Độ	397.000	23,191	9.207.000
3	Nga	73.223	35,912	2.629.615
4	Ukraine	69.100	25,459	1.759.190
5	Indonesia	65.497	21,482	1.406.985
6	Hàn Quốc	38.040	67,189	2.555.876
7	Nhật	34.003	41,572	1.413.559
8	Romania	26.340	22,800	600.550
9	Ba Lan	15.500	48,684	754.600
10	Mỹ	23.715	50,717	1.202.744

Nguồn: FAOSTAT [84], [85], [86], [87], [88].

Theo số liệu bảng 1.2, các quốc gia lớn nhất về sản xuất cải bắp năm 2020 là Trung Quốc, Ấn Độ với diện tích và sản lượng tương ứng là 981.083 ha, 34.207.241 tấn và 397.000 ha, 9.207.000 tấn. Hàn Quốc chỉ đứng thứ 6 về diện tích trồng cải bắp nhưng năng suất lại cao nhất với 67,189 tấn/ha, tiếp theo là Mỹ và Ba Lan với năng suất cải bắp lần lượt là 50,717 tấn /ha và 48,684 tấn/ha.

1.1.3. Sản xuất cải bắp tại Việt Nam

Ở Việt Nam, cải bắp được trồng với quy mô lớn để làm hàng hóa, không chỉ vậy nhiều hộ gia đình trồng với quy mô nhỏ để làm rau sạch cho gia đình.

Bảng 1.3: Diện tích, năng suất, sản lượng cải bắp tại Việt Nam

TT	Tỉnh	Diện tích (ha)	Năng suất (tạ/ha)	Sản lượng (tấn)
	CẢ NƯỚC	36.868,6	236,7	872.767,5
A	MIỀN BẮC	24.542,1	217,8	534.620,2
<i>I</i>	<i>Đồng bằng sông Hồng</i>	<i>10.956,5</i>	<i>290,4</i>	<i>318.125,7</i>
<i>II</i>	<i>Trung du và miền núi phía Bắc</i>	<i>10.476,7</i>	<i>154,7</i>	<i>162.042,0</i>
1	Hà Giang	860,3	113,8	9.793,6
2	Cao Bằng	638,1	141,8	9.049,7
3	Bắc Cạn	180,0	104,2	1.875,0
4	Tuyên Quang	1.003,4	98,5	9.879,0
5	Lào Cai	1.455,0	126,7	18.435,0
6	Yên Bái	772,9	136,6	10.554,5
7	Thái Nguyên	1.015,4	198,6	20.168,1
8	Lạng Sơn	898,9	134,1	12.057,1
9	Bắc Giang	1.124,3	179,4	20.168,4
10	Phú Thọ	965,1	177,7	17.152,2
11	Điện Biên	339,5	348,6	11.835,8
12	Lai Châu	140,8	159,9	2.251,3
13	Sơn La	487,0	182,1	8.869,0
14	Hoà Bình	596,0	167,0	9.953,4
<i>III</i>	<i>Bắc Trung Bộ</i>	<i>3.108,9</i>	<i>175,2</i>	<i>54.452,5</i>
B	MIỀN NAM	12.326,5	274,3	338.147,3
<i>I</i>	<i>Duyên hải Nam Trung bộ</i>	<i>109,7</i>	<i>140,8</i>	<i>1.543,7</i>
<i>II</i>	<i>Tây Nguyên</i>	<i>9.504,7</i>	<i>304,4</i>	<i>289.291,6</i>
<i>III</i>	<i>Đông Nam Bộ</i>	<i>308,9</i>	<i>107,5</i>	<i>3.321,5</i>
<i>IV</i>	<i>Đồng bằng sông Cửu Long</i>	<i>2.403,3</i>	<i>183,0</i>	<i>43.990,6</i>

Nguồn: Tổng Cục thống kê (2019) [36]

Theo số liệu bảng 1.3: Năm 2018, tổng diện tích trồng cải bắp tại Việt Nam là 36.868,6 ha; với năng suất trung bình là 236,7 tạ/ha và sản lượng đạt 872.767,5 tấn [36]. Cải bắp được trồng chủ yếu ở các tỉnh đồng bằng sông Hồng, các tỉnh trung du và miền núi phía Bắc và khu vực Tây nguyên. Ở đồng bằng sông Hồng các tỉnh, thành có diện tích cải bắp lớn gồm: Hà Nội, Hải Dương, Thái Bình. Các tỉnh trồng nhiều cải bắp ở trung du và miền núi phía Bắc gồm: Lào Cai, Bắc Giang, Thái Nguyên và Tuyên Quang. Ở khu vực Tây Nguyên, cải bắp được trồng nhiều ở Lâm Đồng và Gia Lai. Khu vực Bắc Trung Bộ cải bắp được trồng nhiều ở Thanh Hóa và Nghệ An.

Tại Việt Nam, ở các tỉnh phía Bắc có 3 vụ trồng cải bắp chủ yếu: Vụ sớm: gieo cuối tháng 7 đầu tháng 8, trồng cuối tháng 8 và tháng 9 để thu hoạch vào tháng 11, tháng 12; Vụ chính: gieo tháng 9 - 10, trồng giữa tháng 10 đến hết tháng 11 để thu hoạch vào tháng 1 - 2 năm sau; Vụ muộn: gieo tháng 11, trồng vào giữa tháng 12 để thu hoạch vào tháng 2 - 3 năm sau. Ở Tây nguyên, có thể gieo vụ tháng 9 - tháng 10 và vụ tháng 11. Tại Đà Lạt, Lâm Đồng; Tam Đảo, tỉnh Vĩnh Phúc; thị xã Sa Pa, Bắc Hà, tỉnh Lào Cai và Mộc Châu, tỉnh Sơn La do có điều kiện khí hậu thuận lợi nên có thể trồng cải bắp vụ sớm, cải bắp trái vụ [42].

Lào Cai và Sơn La là các thị trường buôn bán cải bắp lớn, vào thời điểm chính vụ, tại các điểm đầu mối, mỗi ngày thị trường Lào Cai và Sơn La tiêu thụ 4-5 tấn cải bắp. Mặc dù vào thời điểm chính vụ phần lớn các tỉnh phía Bắc đều có thể tự cung tự cấp được rau cải bắp nhưng vẫn có luồng cải bắp di chuyển từ Lào Cai, Sơn La đến các thị trường lớn như Hà Nội, Hải Phòng. Bởi vì Lào Cai và Sơn La có hai dòng cải bắp có “tiếng”: cải bắp Sa Pa và cải bắp Mộc Châu. Sở dĩ hai dòng cải bắp này “xâm nhập”, cạnh tranh được với nguồn cải bắp dồi dào của các tỉnh miền xuôi phía Bắc là do sự “nổi tiếng” về chất lượng như ngon hơn, giòn hơn, vị đậm hơn so với cải bắp dưới xuôi và hai dòng cải bắp này chủ yếu đi theo kênh hiện đại. [19].

1.1.4. Sản xuất rau và sản xuất cải bắp tại tỉnh Lào Cai

Tỉnh Lào Cai được chia thành nhiều vùng tiểu khí hậu. Tại độ cao trên 700 m

như: Sa Pa, Bảo Thắng, Bát Xát, Văn Bàn có nguồn khí hậu ổn định, mát mẻ quanh thích hợp cho xây dựng vùng sản xuất rau quả hàng hoá tập trung. Vùng tiểu khí hậu ở những khu vực có độ cao dưới 700 m, thích hợp cho các loại cây lương thực và công nghiệp ngắn ngày, các loại rau có nguồn gốc ôn đới, trong đó có cây cải bắp. Tình hình sản xuất rau, đậu các loại của tỉnh Lào Cai thể hiện ở bảng 1.4.

Bảng 1.4: Tình hình sản xuất rau, đậu các loại của tỉnh Lào Cai từ năm 2016 - 2021

STT	Năm	Cây rau, đậu các loại		
		Diện tích (ha)	Năng suất (tấn/ha)	Sản lượng (tấn)
1	Năm 2015	11.144	10,75	119.763
2	Năm 2016	11.732	10,96	128.617
3	Năm 2017	13.057	11,40	148.912
4	Năm 2018	14.102	11,46	161.602
5	Năm 2019	14.769	11,74	173.302
6	Năm 2020	14.249	12,79	182.243

Nguồn: Cục Thống kê Lào Cai, [5].

Trong những năm gần đây, sản xuất rau ở Lào Cai phát triển mạnh. Một bộ phận đồng bào người Mông, Dao, Dáy,... đã chuyển đổi diện tích trồng lúa sang trồng rau theo mô hình sản xuất hàng hoá tập trung. Ở các vùng cao của tỉnh Lào Cai như Sa Pa, Bắc Hà tuy gặp khó khăn trong sản xuất rau chính vụ (tháng 10 - tháng 3 năm sau) so với các tỉnh vùng thấp hơn, nhưng lại có lợi thế để phát triển rau trái vụ. Trong khi những vùng thấp hơn lại có thể sản xuất được rau chính vụ, điều này giúp Lào Cai có lợi thế lớn trong việc sản xuất rau không chỉ phục vụ nhu cầu nội tỉnh mà còn có thể hướng đến tiêu thụ ngoại tỉnh.

Diện tích trồng rau của Lào Cai trong 5 năm gần đây liên tục tăng (từ 11.144 ha năm 2015 lên 14.249 ha năm 2020), sản lượng rau tăng từ 119.763 tấn năm 2015

lên 182.243 tấn năm 2020. Bên cạnh các loại rau thông thường này, Lào Cai còn sản xuất một số loại rau bản địa như rau dớn, cải mè, cải bắp xòe, khởi tử,... có giá trị kinh tế cao nhưng diện tích nhỏ, sản lượng thấp.

Bảng 1.5: Tình hình sản xuất cải bắp của tỉnh Lào Cai từ năm 2014 - 2018

Năm	Diện tích (ha)	Năng suất (tạ/ha)	Sản lượng (tấn)
2014	885,5	127,3	11.270,0
2015	996,5	125,8	12.536,0
2016	1.083,2	125,3	13.572,0
2017	1.231,5	127,4	15.686,0
2018	1.455,0	126,7	18.435,0
Trung bình	1.130,3	126,5	14.299,8

Nguồn: Tổng Cục thống kê (2019), [37].

Trong các loại rau được trồng phổ biến ở Lào Cai, cải bắp là cây có diện tích lớn nhất, với 1.455 ha năm 2018. Cải bắp cũng là cây được mở rộng diện tích nhanh nhất, trong khi các cây rau màu khác biến động diện tích không nhiều (Trong vòng 5 năm, từ 2014 đến 2018 tăng thêm 64,3 % diện tích, từ 885,5 ha lên 1.455,0 ha). Huyện Bắc Hà và thị xã Sa Pa là hai trong các huyện có diện tích cải bắp nhiều nhất tại Lào Cai. Tuy nhiên, năng suất của cải bắp tại Lào Cai những năm gần đây hầu như không tăng, thậm chí những năm gần đây còn giảm (không đáng kể) cho với năm 2014.

Tại thị xã Sa Pa, diện tích trồng rau là 1.640 ha, sản lượng đạt 31.200 tấn [41]. Sa Pa đã phát triển được vùng chuyên canh trồng rau tại xã Sa Pả, xã Tả Phìn và thị trấn Sa Pa với 1.531 ha, trong đó có 350 ha chuyên canh rau an toàn. Doanh thu từ sản xuất rau an toàn đạt 70 tỷ đồng, lợi nhuận bình quân hơn 20 tỷ đồng/ha. Ngoài ra, nhiều xã đã chuyên đổi một số diện tích đất trồng kém hiệu quả sang trồng các loại rau gia vị, như ớt, gừng,... và triển khai dự án trồng rau màu (đậu Hà Lan, su hào ngồng, khoai tây,...) trên đất ruộng lúa 1 vụ tại các xã hạ huyện: Thanh

Phú, Nậm Sài, Bản Phùng. Mỗi năm người dân có thể sản xuất được từ 3 đến 4 vụ một năm. Su su, cải Mèo, cải bắp, su hào,... là những loại đặc sản của Sa Pa hiện nay đang rất được ưa chuộng. Thị trấn Sa Pa sản xuất rau quanh năm, tập trung nhiều vào rau trái vụ, sản xuất đa dạng các chủng loại rau, bao gồm rau phổ thông (cải bắp, su hào,...) và rau bản địa (ngồng su hào, ngồng cải bắp, cải mèo, ngọn su su,...). Tổng diện tích đất chuyên rau chiếm tỷ lệ lớn so với tổng diện tích đất nông nghiệp và tập trung vào diện tích đất vườn và đất đồi [12].

Huyện Bắc Hà có điều kiện khí hậu, thời tiết và thổ nhưỡng thích hợp để phát triển các loại rau và bước đầu tiếp cận được thị trường tiêu thụ cao cấp. Tổng diện tích rau của huyện Bắc Hà năm 2019 là 477 ha, sản lượng hằng năm đạt trên 4.000 tấn, trong đó chủ yếu là các loại rau cải bắp, su hào, rau cải các loại, đậu Hà Lan, rau gia vị các loại,... tập trung ở các xã: Bảo Nhai, Na Hối và Tà Chải. Trên địa bàn huyện cũng đã bắt đầu hình thành các vùng chuyên canh sản xuất rau theo hướng hàng hóa, theo tiêu chuẩn “an toàn, sạch bệnh”, điển hình ở các xã Na Hối, Tà Chải, và thị trấn Bắc Hà, góp phần cải thiện thu nhập cho nông dân. Tuy nhiên, sản xuất rau của Bắc Hà chưa tương xứng với tiềm năng và hiệu quả kinh tế chưa cao một phần do trình độ sản xuất của người dân còn thấp và chưa đồng đều, sản xuất chủ yếu dựa vào kinh nghiệm với một số tập quán canh tác lạc hậu và một phần do đầu tư chưa phù hợp và tiếp cận thị trường hạn chế [24]. Tại Bắc Hà, rau được trồng trong 3 cơ cấu: (i) Hệ thống Rau - Rau; (ii) Cây ăn quả ôn đới - Rau và (iii) Hệ thống Lúa - Rau. Trong hệ thống Rau - Rau, cải bắp và các loại cải là cây trồng chính trong hệ thống sản xuất này. Huyện Bắc Hà cũng canh tác đa dạng các chủng loại rau, bao gồm rau phổ thông (cải bắp, su hào, cà chua,...) và rau bản địa (ngồng su hào, đậu Hà Lan, cải mèo, ngọn su su, khởi tử,...). Diện tích chuyên rau ngày càng được mở rộng, nâng cao sản lượng ngày càng đáp ứng nhu cầu cao của thị trường [12].

Tại Sa Pa và Bắc Hà, rau cải bắp chính vụ thường bắt đầu từ tháng 10-11 năm trước đến tháng 2-3 năm sau, cải bắp trái vụ từ tháng 4 đến cuối tháng 6 hàng năm và vụ cải bắp sớm từ tháng 7 đến tháng 10. Một số xã có thể trồng quanh năm

như thị trấn Sa Pa, xã Sa Pả,...

Các giống thường được sử dụng sản xuất tại Sa Pa và Bắc Hà gồm: Giống New Star cross, KK – cross, giống cải bắp tím Ret Jewel F1 xuất sứ Nhật Bản và giống như CamRamBa F1 xuất sứ Hà Lan, giống cải bắp Sa Pa. Ngoài ra, các giống cải bắp xuất sứ Trung Quốc cũng được bà con sử dụng, vì giá thành rẻ, và dễ dàng mua lẻ tại chợ, như giống Hoàng Miêu, Kinh Phong,... tuy nhiên năng suất, sản lượng không cao, cây dễ bị nhiễm bệnh và tỷ lệ cuốn bắp thấp.

Rau cải bắp và các loại rau có nguồn gốc từ Lào Cai được các nhà phân phối và người tiêu dùng tại thị trường TP. Lào Cai và Hà Nội đánh giá rất cao về chất lượng, độ ngon, độ an toàn và hàm lượng dinh dưỡng. Các sản phẩm rau ở đây luôn khẳng định được vị trí của mình tại các thị trường thành phố lớn như TP. Lào Cai và Hà Nội, thị trường địa phương và một số thị trường khác nhờ chất lượng và độ an toàn [12]. Mặt khác, Sa Pa và Bắc Hà có điều kiện thuận lợi cho việc sản xuất các loại rau trái vụ, đáp ứng nhu cầu tiêu dùng khan hiếm của thị trường du lịch như Sa Pa, đặc biệt thị trường Hà Nội trong thời gian từ tháng 4 đến tháng 10, [24]. Giá bán sản phẩm luôn cao hơn các sản phẩm cùng loại đến từ các địa phương khác như Sơn La, Lâm Đồng [12].

1.2. Tình hình nghiên cứu yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp

Khái niệm yếu tố hạn chế: Điều kiện thực địa ảnh hưởng đến sự hình thành và tăng trưởng của cây được gọi là các yếu tố hạn chế. Odum (1971) định nghĩa các yếu tố giới hạn là "bất kỳ điều kiện nào tiệm cận hoặc vượt quá giới hạn và khả năng chống chịu của một loài thực vật" [58].

Đất là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sản lượng tiềm năng của cây trồng. Trong hệ thống dinh dưỡng cây trồng, sự thiếu hụt một nguyên tố dinh dưỡng nào đó sẽ dẫn đến hạn chế hiệu quả của các nguyên tố dinh dưỡng khác, từ đó làm giảm năng suất, chất lượng nông sản. Việc mất cân bằng các nguyên tố dinh dưỡng dễ tiêu có thể dẫn đến khai thác quá mức dự trữ dinh dưỡng trong đất, đồng thời thúc

đẩy cây trồng hút thừa các nguyên tố dinh dưỡng khác, dẫn đến làm giảm hiệu suất phân bón và lãng phí nguồn tài nguyên đất [96]. Một số đặc điểm của đất hạn chế năng suất cây trồng như: chua hóa, đất kém thoáng khí, thiếu dinh dưỡng, mất nước do cấu trúc đất kém [116]. YTHC độ phì nhiêu đất có thể là do thiếu hụt một chất dinh dưỡng này hay chất dinh dưỡng khác, nhưng cũng có thể xuất hiện khi hàm lượng một yếu tố nào có vượt ngưỡng cho phép trở thành độc tố kìm hãm phát triển của cây trồng [18].

Yếu tố hạn chế (YTHC) của độ phì nhiêu đất biến động trong mối quan hệ với từng loại cây trồng và thay đổi liên tục theo thời gian. Khi xác định các YTHC dinh dưỡng đối với năng suất cây trồng, Liebig (1843) phát biểu như sau: “Năng suất cây trồng phụ thuộc vào nguyên tố phân bón có tỷ lệ thấp nhất so với yêu cầu của cây trồng”. Theo định luật này, các yếu tố có tỷ lệ thấp nhất so với yêu cầu của cây trồng (yếu tố tối thiểu) cứ luân phiên nhau xuất hiện. Định luật của Liebig có thể mở rộng thành định luật về YTHC như sau: “Đất thiếu hay thừa một nguyên tố dinh dưỡng dễ tiêu (nào đó) so với yêu cầu của cây cũng đều làm giảm hiệu quả của các nguyên tố khác và do đó làm giảm năng suất của cây [42].

Trên cùng một địa điểm có thể xuất hiện nhiều yếu tố hạn chế nhưng không thể khắc phục được triệt để nếu chưa tìm ra các yếu tố hạn chế đứng hàng đầu [54].

1.2.1. Tình hình nghiên cứu yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây trồng

1.2.1.1. Tình hình nghiên cứu yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây trồng trên thế giới

Nhiều tác giả cho rằng yếu tố hạn chế (YTHC) xuất hiện khi đất bị thoái hóa và thoái hóa đất có ảnh hưởng nghiêm trọng tới sản lượng nông nghiệp. Trên phạm vi toàn cầu, thoái hóa đất đã làm giảm trên 5% sản lượng nông nghiệp hàng năm [71].

Có rất nhiều nguyên nhân gây suy thoái đất, như: xói mòn đất do nước, gió, suy thoái hóa học đất, suy thoái vật lý và sinh học đất, quá trình canh tác,...

Xói mòn đất là một trong những mối đe dọa nghiêm trọng nhất đối với sản xuất lương thực thế giới. Mỗi năm có khoảng 10 triệu ha đất trồng trọt bị mất do xói mòn đất, do đó làm giảm diện tích đất trồng trọt sẵn có cho sản xuất lương thực thế giới [122]. Nhiều yếu tố như: Độ dốc, tính chất của đất, cường độ mưa, và các biện pháp canh tác có ảnh hưởng trực tiếp đến mức độ của xói mòn đất cũng như làm gia tăng tốc độ xói mòn đất. [90], [142].

Lượng mưa lớn làm rửa trôi các cation trong đất, trong đó có K^+ , làm tăng nguy cơ axit hóa, tăng độc tính nhôm (Al^{3+}), độc tính H^+ và đây là những yếu tố ảnh hưởng tiêu cực đến năng suất của cây trồng [112]. Ngoài ra, mưa nhiều làm tăng đáng kể độ chua của đất, làm giảm khả năng trao đổi cation của đất (CEC) và giảm khả năng cung cấp K [148].

Suy thoái hóa học đất là loại thoái hóa đất liên quan đến việc mất chất dinh dưỡng hoặc chất hữu cơ, nhiễm mặn, axit hóa, ô nhiễm đất và suy giảm độ phì nhiêu. Việc mất chất dinh dưỡng làm giảm khả năng sản xuất của đất, hạn chế sự phát triển của cây trồng và gây ra hiện tượng chua hóa. Độc tính của đất có thể gây ra do một số nguyên nhân: Từ chất thải đô thị hoặc công nghiệp, dầu tràn, sử dụng quá nhiều phân bón, thuốc diệt cỏ, thuốc diệt côn trùng và các chất phóng xạ và axit hóa bởi các chất ô nhiễm trong không khí [83].

Sự suy thoái hóa học của đất thường do khai thác nông nghiệp quá mức, con người “vất kiệt sức” làm việc của đất để sản xuất nông nghiệp, đặc biệt việc chỉ bổ sung chất dinh dưỡng bị thất thoát do cây trồng lấy đi bằng phân bón hóa học mà không có biện pháp bồi dưỡng, bổ sung hữu cơ cho đất. Phân bón hóa học thường không thể bổ sung lượng chất hữu cơ đã mất, điều này rất quan trọng cho việc hấp thụ chất dinh dưỡng. Hơn nữa, phân bón hóa học có thể bị ô nhiễm (ví dụ, đá phốt phát thường bị ô nhiễm phóng xạ) [82].

Suy thoái vật lý của đất liên quan đến sự phá hủy cấu trúc đất, sự phân tán của các hạt đất, đất bị nén chặt, giảm độ xốp, từ đó gây cản trở sự xâm nhập của nước và rễ cây, dễ úng nước và xói mòn nhanh. Việc đất bị nén chặt là một vấn đề

toàn cầu liên quan đến cơ giới hóa trong nông nghiệp. Nó đã làm giảm năng suất từ 25 -50% ở một số khu vực của Châu Âu và Bắc Mỹ và từ 40 đến 90% ở các nước Tây Phi. Vì vậy, phải có kế hoạch làm đất kịp thời, bổ sung nhiều chất hữu cơ, trồng cây che phủ, luân canh cây trồng,... Sa mạc hóa cũng là một quá trình suy thoái đất xảy ra chủ yếu ở các vùng khô hạn và bán khô hạn do hoạt động của con người đối với hệ sinh thái kết hợp với các điều kiện khí hậu bất lợi. Liên hợp quốc ước tính rằng sa mạc hóa ảnh hưởng đến 70% diện tích đất khô cằn, chiếm khoảng 30% diện tích đất có thể canh tác trên thế giới [82].

Lạm dụng phân bón hóa học: Do diện tích đất canh tác giảm dần, nông dân phải sử dụng phân bón hóa học để tăng năng suất cây trồng [131]. Tuy nhiên, việc sử dụng quá nhiều phân bón hóa học, lúc này đất bị tồn dư chất hóa học cây trồng chưa hấp thu kịp, lượng chất dư thừa làm cho đất bị acid hóa, dẫn đến tình trạng đất bị chua, đất trồng bị ngộ độc dẫn đến tình trạng cây trồng phát triển còi cọc, năng suất kém. Trong đất chua, nhôm có ở dạng lưu động mạnh nhất (Al^{3+}) và là chất độc đối với sự phát triển của rễ [98].

Sự tương tác với hệ vi sinh vật trong đất: Không chỉ các đặc tính của đất có thể quyết định khả năng hấp thụ chất dinh dưỡng sẵn có, đất cũng cần duy trì sự phát triển của rễ để cây đang phát triển có thể hấp thụ đủ các chất dinh dưỡng sẵn có [145]. Trong điều kiện này, sự tương tác với hệ vi sinh vật trong đất, bao gồm mycorrhizae rất quan trọng [127]. Hệ vi sinh vật có vai trò quan trọng trong cải thiện cấu trúc đất, chuyển hóa dinh dưỡng trong phân bón cung cấp cho cây trồng, phân giải các chất hữu cơ trong đất, chuyển hóa các chất khó tan thành chất dễ tan giúp cây trồng hấp thụ dễ dàng, giải phóng các chất khoáng bị giữ chặt trong đất thành dạng dễ tiêu cho cây hấp thụ [94].

Ngoài ra còn có nhiều nguyên nhân khác dẫn đến việc đất đai bị suy thoái bao gồm cả tự nhiên lẫn con người, như: Sóng thần, động đất, bão, lũ, chặt đốt rừng, mất rừng và suy thoái rừng [103].

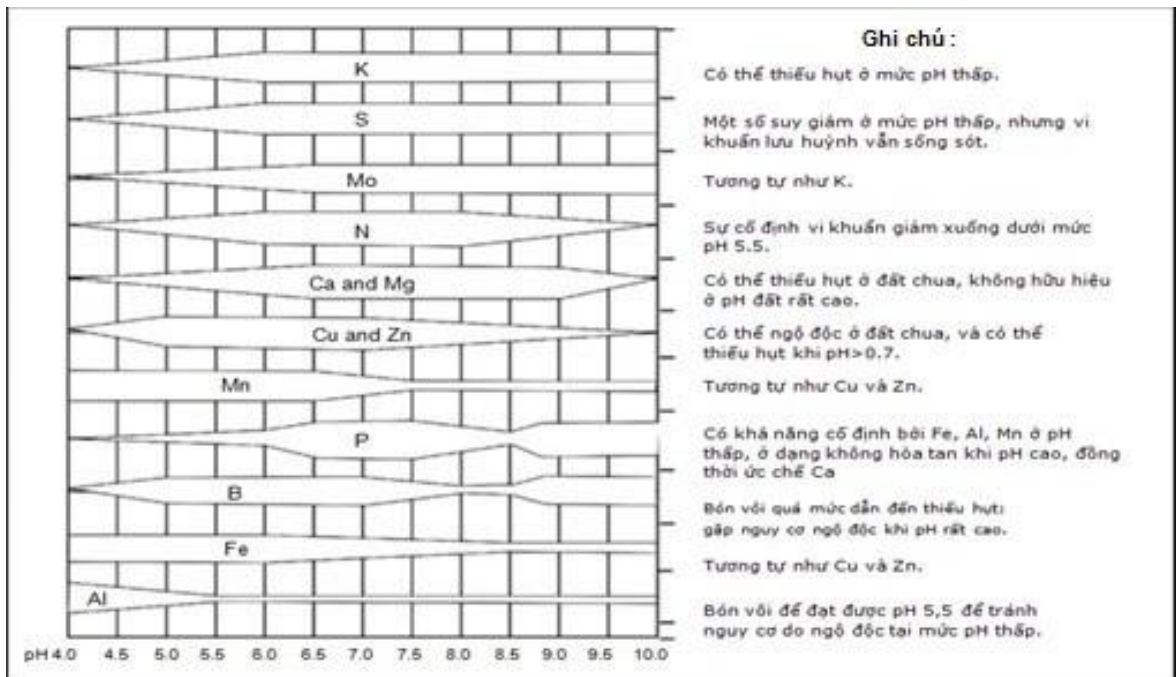
Có nhiều yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất ảnh hưởng đến quá trình hình thành và sinh trưởng của cây trồng. Hai trong số các nhân tố quan trọng là: pH,

và các chất dinh dưỡng [58].

pH đất được cho là một trong yếu tố chính ảnh hưởng đến tính chất đất và ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cây trồng [92]. Năng suất cây trồng thường bị hạn chế bởi pH của đất, yếu tố quyết định sự hấp thu của các chất dinh dưỡng khoáng [124]. Hoạt động của vi sinh vật cũng như khả năng hòa tan và tính hữu hiệu của các chất dinh dưỡng là một trong những yếu tố quan trọng phụ thuộc vào độ pH. Trong đất chua, hầu hết các yếu tố vi lượng hữu hiệu cho cây trồng nhiều hơn so với đất trung tính-kiềm, điều này ảnh hưởng tốt đến phát triển của cây trồng [111]. Tuy nhiên, một số yếu tố vi lượng này cùng với các nguyên tố không thiết yếu có thể trở nên độc hại khi nồng độ của chúng quá lớn. [121]. Khi pH đất giảm xuống dưới 5,5; nhôm và mangan hòa tan tăng lên dẫn đến độc hại. Ngược lại, trong đất kiềm, hàm lượng dinh dưỡng đa lượng được tăng lên, nhưng photpho và vi lượng nói chung bị giảm, có thể ảnh hưởng xấu đến sự phát triển của cây trồng. Nhiều đặc tính sinh trưởng của thực vật như chiều cao, sinh khối, kích thước,... đều bị ảnh hưởng bởi độ pH [121]. Việc hấp thu chất dinh dưỡng phụ thuộc phần lớn vào điều kiện đất đai, trong đó pH của đất là yếu tố chính (hình 1.1).

Ngoài pH, theo O'Sullivan và cộng sự, yếu tố dinh dưỡng là vấn đề rất đáng quan tâm [121]. Theo Cakmak, ước tính rằng 60% diện tích đất canh tác bị ảnh hưởng do cả sự thiếu hụt và ngộ độc các chất dinh dưỡng khoáng xảy ra trên toàn cầu [67]. Một số tác giả cho rằng dư thừa chất dinh dưỡng trong đất dẫn đến nồng độ chất dinh dưỡng đó ở trong lá cao cũng làm giảm năng suất [65], [137], [104].

Đạm (N) là yếu tố hạn chế nhất đối với sản xuất cây trồng. Sự phát triển của cây trồng và sản lượng cây trồng phụ thuộc phần lớn vào khả năng cung cấp N của đất, khả năng cung cấp N của đất càng cao thì sự phụ thuộc của cây trồng vào đất càng cao và lượng sử dụng phân bón N càng thấp. Sự thiếu hụt N trong đất là một trong những hạn chế lớn trên toàn thế giới. Việc quản lý N trong đất không phù hợp cho sản xuất cây trồng thường gây lãng phí và gây ra những hậu quả tiêu cực về môi trường.



Hình 1.1: Ảnh hưởng của pH đối với độ hữu hiệu của các chất dinh dưỡng trong đất (Nguồn: IPNI, 1995) [dẫn theo Nguyễn Văn Bộ 2017, [4].

Ngoài ra, hàm lượng lân (P) trong đất thấp cũng có thể là YTHC đối với cây trồng. Ở đất chua, lân có thể bị cố định bởi oxit sắt hoặc nhôm và các khoáng sét khác. Thiếu lân thường là yếu tố hạn chế chính đối với sinh trưởng của cây trồng, đặc biệt là đối với những nơi mà canh tác trước đó khiến cho cạn kiệt hàm lượng chất hữu cơ và tăng độ chua của đất. Thiếu hụt lân cũng thường thấy ở những vùng đất nhiệt đới bị phong hóa. [121].

Kali (K) là một trong những chất dinh dưỡng quan trọng nhất cho sự sinh trưởng và phát triển bình thường của cây trồng. Cây trồng cần một lượng K cao để tối ưu hóa quá trình quang hợp và chất lượng cây trồng. Kali dễ tiêu bị giảm do rửa trôi. Thiếu kali làm giảm sự phát triển của nốt sần cây họ đậu là một hạn chế trên đất đỏ [99].

Tại Trung Quốc, thiếu hụt các chất dinh dưỡng thiết yếu là một trong các yếu tố chính hạn chế sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng ở vùng đất chua phía Nam [147].

Theo Rengel (1992), thì nhôm là yếu tố hạn chế sinh trưởng quan trọng nhất đối với nhiều loại đất chua trên thế giới. Có nhiều dạng nhôm khác nhau trong đất chua, tuy nhiên, Al^{3+} là dạng nhôm hoạt tính độc nhất [146].

Sự thiếu hụt một hoặc nhiều trong các vi chất dinh dưỡng thực vật (bo, clo, đồng, sắt, mangan, molybden, niken và kẽm) là yếu tố hạn chế của đất trồng trọt. Sillanpää (1990) ước tính rằng trong các loại đất nông nghiệp quan trọng trên thế giới, 49% thiếu kẽm (Zn), 31% thiếu bo (B), 15% thiếu molybden (Mo), 14% thiếu đồng (Cu), 10% thiếu mangan (Mn) và 3% thiếu sắt (Fe). Tại Úc, sự thiếu hụt Mo và Zn phổ biến nhất trên đất chua và đất kiềm. Tại Ấn Độ, các loại đất nông nghiệp đều bị thiếu hụt một hoặc nhiều vi chất dinh dưỡng, mức độ thiếu hụt thay đổi tùy theo loại đất, loại cây trồng, cách quản lý và các hệ sinh thái nông nghiệp, kết quả phân tích các mẫu đất và thực vật đã chỉ ra rằng 49% đất ở Ấn Độ có khả năng thiếu Zn, 12% Fe, 5% Mn, 3% đồng (Cu), 33% boron (B) và 11% molipden (Mo). Ở Trung Quốc, việc thiếu hụt Fe và Zn là hạn chế nghiêm trọng nhất, việc thiếu hụt B, Mn và Mo là hạn chế thứ hai [66]. Tại Băng-la-đét, hạn chế của đất sản xuất nông nghiệp là bị thiếu hụt Mo, Mn và Mg [117].

1.2.1.2. Tình hình nghiên cứu yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây trồng tại Việt Nam

Tại Việt Nam, yếu tố hạn chế (YTHC) được xác định xuất hiện do các nguyên nhân cơ bản sau:

Bản chất đất: Phơ-rit-lan (1973) khi nghiên cứu về đất và vỏ phong hóa miền Bắc Việt Nam đã cho rằng quá trình hình thành đất nhiệt đới ở miền Bắc Việt Nam đã tạo ra loại đất feralit vùng đồi núi có những tính chất rất đặc trưng như: Chua, nhiều hydroxyt sắt nhôm, khoáng sét chủ yếu là caolinit, đất có khả năng trao đổi cation thấp,... Những tính chất này hình thành chủ yếu là do đá mẹ (nghèo kiềm), đặc điểm thời tiết khí hậu (nóng, ẩm) làm tăng nhanh quá trình phong hóa, làm cho quá trình khoáng hóa nhanh hơn mùn hóa dẫn đến tỷ lệ mùn trong đất thường thấp,

chưa kể sự thống trị của quá trình fulvat hóa so với humat hóa. Mưa nhiều với cường độ cao dẫn đến xói mòn, rửa trôi tầng đất mặt, mất đi các cation [35].

Đối với đất đồi núi, xuất hiện một số YTHC gồm: Xói mòn và rửa trôi; giảm khả năng trao đổi hấp phụ và độ no bazơ; tăng độ chua; tăng hàm lượng sắt nhôm di động và khả năng cố định lân; suy giảm cấu trúc đất; tăng độ chặt; giảm khả năng thấm nước và giữ ẩm của đất và ô nhiễm đất [25]. Đối với đất xám bạc màu, một số YTHC là thành phần cơ giới nhẹ, dễ bị rửa trôi chất dinh dưỡng, hàm lượng chất hữu cơ và các chất dinh dưỡng khác đều nghèo, khả năng trao đổi cation thấp,... đặc biệt là hàm lượng kali rất thấp, thấp hơn các loại đất phù sa khác 6 - 7 lần [21].

Yếu tố khí hậu:

Mưa liên tục, cường độ lớn, gây lũ quét, rửa trôi xói mòn trên vùng đồi núi và ngập úng ở vùng thấp trũng. Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới nóng ẩm, mưa lớn nên hiện tượng thoái hóa đất do nguyên nhân này rất phổ biến. Trên vùng đất dốc xói mòn rửa trôi mạnh sẽ tạo nên đất xói mòn trơ sỏi đá hoặc mất lớp đất mặt với tầng mùn/hữu cơ. Ngược lại, tại những vùng thấp trũng ngập nước liên tục sẽ tạo nên các loại đất lầy thụt, úng trũng, chỉ thích hợp với các loại thực vật thủy sinh. Khô hạn, nóng kéo dài làm cho cây trồng không sinh trưởng, phát triển được, dẫn đến đất bị hoang mạc hóa, đất trống, đồi núi trọc. Ở một số vùng cộng với khí hậu khô nóng lục địa, đất bị sa mạc hóa. Hiện tượng đất bị hoang mạc hóa và đất trống đồi núi trọc là phổ biến ở nước ta. Một số vùng đồi với khí hậu hai mùa mưa và khô cộng với đất bị mất thảm thực vật sẽ dẫn đến bị kết von đá ong hóa. Diện tích đất bị kết von hóa ở nước ta khá phổ biến, tầng đất mặt mỏng, lẫn nhiều kết von, độ phì rất thấp, cây trồng sinh trưởng, phát triển kém [35].

Chế độ canh tác:

Do chế độ canh tác thay đổi: i) Gieo trồng giống mới, kể cả các giống lai nên nhu cầu dinh dưỡng tăng lên; ii) Tăng vụ; iii) Bón phân không cân đối ; iv) Hạn chế việc sử dụng phân hữu cơ do thay đổi tập quán chăn nuôi, sử dụng phế phụ phẩm nông nghiệp, khả năng hút dinh dưỡng trong đất lớn và việc không hoàn trả hoặc

hoàn trả không cân đối là một trong những nguyên nhân dẫn tới thiếu hụt, hình thành các YTHC trong đất [2].

Các yếu tố dinh dưỡng hạn chế trong sản xuất nông nghiệp Việt Nam xuất hiện suốt nửa thế kỷ qua luân phiên xuất hiện là đạm, lân và kali. Hiện nay, các yếu tố hạn chế trung và vi lượng cũng đã xuất hiện ở các mức độ khác nhau [2]. Ở Việt Nam, trừ những đất phát triển trên đá vôi, các loại đất khác đều có hàm lượng CaO tổng số không quá 1%, các loại đất chua thường có hàm lượng CaO nhỏ hơn 0,5%; hàm lượng Mg trong nhiều loại đất cũng rất thấp. Phân tích của Mạng lưới FADINAP phát hiện trong 122 mẫu đất phân tích có đến 48% số mẫu thiếu Mg^{++} và 72% số mẫu thiếu Ca^{++} [14]. Tình trạng Ca và Mg trao đổi thấp trên nhiều loại đất đồi núi khá phổ biến và thường dưới 1,0 meq/100g đất [25]. Việc sử dụng phân DAP và các dạng loại lân thay thế cho super lân (loại phân lân có chứa S) đã làm cho một số nhóm đất và cây trồng thiếu lưu huỳnh trầm trọng. Tuy nhiên, đã có một giai đoạn mà nông dân sử dụng liên tục loại phân bón NPK (16-16-8+13S), lưu huỳnh (S) từ một nguyên tố dinh dưỡng thiếu hụt đã trở thành một nguyên tố dư thừa. [23]. Theo số liệu về hàm lượng trung bình để tiêu của các nguyên tố vi lượng ở một số loại đất Việt Nam do tác giả Nguyễn Vy, Trần Khải (1968) cho thấy: Hầu hết các loại đất của Việt Nam đều có hàm lượng các nguyên tố vi lượng dạng dễ tiêu nghèo, đặc biệt đất bạc màu. Trong số 10 loại đất thì có 8 loại có hàm lượng B, Mo dễ tiêu thấp, 4 loại có hàm lượng Cu dễ tiêu thấp, 2 loại có hàm lượng Zn dễ tiêu thấp [14]. Sự thiếu hụt này do quá trình canh tác lâu dài với những giống cây trồng năng suất cao, kết hợp với bón nhiều phân đa lượng, nhất là các loại phân đơn mà không quan tâm đến việc bổ sung các nguyên tố trung, vi lượng [2].

Ô nhiễm đất: Một trong những YTHC đối với đất sản xuất nông nghiệp là tích lũy kim loại nặng trong đất do ảnh hưởng của các khu công nghiệp, nước thải sinh hoạt hoặc do ảnh hưởng của chế độ canh tác [32]. Việc sử dụng phân bón không hợp lý, cân đối tại các vùng chuyên canh cũng là một trong những nguyên nhân gây ô nhiễm KLN trong đất sản xuất nông nghiệp [39]. Ngoài ra, nguyên nhân

ô nhiễm đất cũng có thể do việc sử dụng các loại phân động vật hay phân bắc không qua xử lý dễ dẫn đến việc lan truyền các loại vi khuẩn gây bệnh. Sử dụng phân đạm quá nhiều sẽ gây phú dưỡng nguồn nước, mất đạm dạng NH_3 , N_2O ,... góp phần gây hiệu ứng nhà kính và còn làm tăng hàm lượng nitrat trong nông sản [35].

1.2.2. Tình hình nghiên cứu yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp

1.2.2.1. Tình hình nghiên cứu yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp trên thế giới

Có rất nhiều nhân tố làm giảm năng suất cải bắp như: Thiếu nước tưới, cỏ dại, sâu bệnh hại, bón quá nhiều đạm, lân; sự dư thừa hoặc mất cân bằng dinh dưỡng đất và đất chua có thể làm giảm năng suất của cải bắp.

Nghiên cứu của Nortje & Henrico (1988) và Sammis & SAMMIS Wu (1989) cho thấy sự giảm năng suất cải bắp có liên quan tới việc cung cấp nước không đủ cho cây [120], [130]. Việc thiếu nước sẽ dẫn tới việc giảm tình trạng nước của các tế bào cây, đặc biệt trong những thời kỳ quan trọng trong vòng đời cây rau có thể ảnh hưởng nghiêm trọng về kinh tế, vì làm giảm năng suất cải bắp [91], các cây họ thập tự sẽ sinh trưởng và phát triển tốt trên đất có khả năng thoát nước tốt và có khả năng giữ ẩm. Đối với đất nặng, cải bắp phát triển chậm hơn, nhưng thời hạn lưu trữ (bảo quản) của cải bắp thường tốt hơn. [82]

Sự giảm năng suất cải bắp có liên quan trực tiếp tới độ chua trao đổi trong đất cao [127], [134]. Theo nghiên cứu của D. J. Askew và cộng sự (1993) chỉ ra rằng với độ bão hòa axit $> 2\%$, độ pH của đất thấp ($< 4,5$) và độ chua trao đổi trong đất cao đều là nhân tố hạn chế trong sản xuất cải bắp tại Umlaas River Valley [60]. Tại Bangladesh, đất chua cũng là một hạn chế lớn đối với cây trồng, trong đó có cải bắp [119].

Nồng độ bão hòa axit cao làm cho độ pH của đất thấp, pH thấp dẫn tới các triệu chứng về độc tố của Mn trong cải bắp, làm cho cây còi cọc và nhỏ [128]. Nghiên cứu của D.J. Askew (1993) cũng chỉ ra rằng độ bão hòa axit hay độ pH

trong đất thấp cũng ảnh hưởng lớn tới nồng độ Zn và Mn trong cải bắp [61]. Ngược lại, nếu pH đất > 7 cây sinh trưởng kém, thối bên trong vì thiếu Ca. Điều này cũng làm cho cây không hấp thụ được Mn hoặc B trong đất do pH cao [101]. Nhôm cũng là yếu tố hạn chế quan trọng đối với cây trồng trên đất chua, theo nghiên cứu của Huett và Menary (1980): nồng độ nhôm trong lá cải bắp cao hơn khi pH đất thấp, ở mức pH cao hơn thì nồng độ nhôm trong lá không có và năng suất cải bắp cao hơn so với đối chứng [78].

Tình trạng thiếu hụt canxi thường thấy nhất là hiện tượng vàng mép lá trên chóp của cải bắp. Đây cũng là một hạn chế đối với cây cải bắp khi canh tác trên đất thiếu canxi. Thiếu canxi có thể xảy ra khi đất có hàm lượng canxi thấp hoặc mất cân bằng các chất dinh dưỡng trong đất cùng với điều kiện dinh dưỡng nhất định của đất, chẳng hạn như độ ẩm đất thấp, hàm lượng kali cao hoặc nitơ cao [78].

Nghiên cứu của D. J. Askew và cộng sự (1993) cũng chỉ ra rằng sự vượt ngưỡng hay mất cân đối về dinh dưỡng bón cho đất trồng có thể làm giảm năng suất cải bắp [61]. Năng suất cải bắp giảm do yếu tố mất cân đối về mức bón dinh dưỡng vào đất hoặc do sự bón quá ngưỡng cho phép gây ra độc tố cho cây rau [137]. Việc bón dinh dưỡng quá ngưỡng dẫn tới việc giảm năng suất cây rau cải bắp [104].

Theo Islam (1989) năng suất trung bình của cải bắp tại Băng-la-đét rất thấp so với các nước phát triển khác do nông dân bón phân không cân bằng và không quan tâm đến vi chất dinh dưỡng trong khi hạn chế của phần lớn diện tích đất sản xuất nông nghiệp Băng-la-đét là bị thiếu hụt Mo, Mn và Mg [117].

Đối với canh tác cải bắp ở New Zealand, các nghiên cứu cho thấy: Đất hiếm khi bị thiếu hụt K, có một số diện tích thiếu hụt nhẹ; nhiều loại đất có thể có hạn chế (chưa rõ ràng) về khả năng cung cấp B cho cải bắp; không có bằng chứng nào cho thấy năng suất của cải bắp sẽ phản ứng với các mức bón phân Mg, Na, hoặc S ; không có dấu hiệu cho thấy sự thiếu hụt S ảnh hưởng đến năng suất cải bắp và không nên bổ sung S cho cây trồng để cải thiện năng suất cải bắp [100]. YTHC ở

đất trồng cải bắp ở miền Đông Nam Hoa Kỳ là: Khả năng giữ nước thấp, sự rửa trôi N trong đất tăng lên sau các trận mưa nên hàm lượng N trong đất thấp [59].

Carvalho và cộng sự (2018) đã tiến hành nghiên cứu phản ứng của cải bắp với đạm cho thấy tỷ lệ đạm thấp dẫn đến năng suất thấp và bắp nhỏ do diện tích lá giảm, tỷ lệ đạm cao dẫn đến lá phát triển quá mức làm giảm hàm lượng đường, vitamin C và khối lượng chất khô [69].

Độc tính của Mn làm cây còi cọc phát triển, lá bị tách và tạo ra hiện tượng úa lá không đều ở các kẽ lá, đặc biệt là ở mép lá. Việc dư thừa Al hoặc Mn, thiếu hụt Ca, Mg và molybden (Mo) và pH thấp ảnh hưởng tiêu cực đến hầu hết các loại cây trồng trong đó bao gồm cải bắp [62]. Cải bắp *Brassica rapa* giảm năng suất sinh khối và úa lá khi Mn^{2+} cao [64].

Các hạn chế đối với sản xuất rau cải bắp vùng rau nhiệt đới ở Nam Philippines là: đất có tính axit mạnh, quản lý dinh dưỡng không cân đối (một số vùng bón quá nhiều N, P và K trong khi một số vùng bón thiếu P và K), việc thiếu hụt nhiều vi chất dinh dưỡng ảnh hưởng đến sự phát triển của cây rau. Nồng độ Cu, Zn và Mn cao trong đất rau và các mẫu thực vật. Đối với Cu và Zn, các chất này liên quan đến tỷ lệ bón thuốc bảo vệ thực vật và sử dụng phân gà ở mức cao [63].

1.2.2.2. Tình hình nghiên cứu yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối cây rau cải bắp tại Việt Nam

Sản xuất rau ở Việt Nam nói chung và ở tỉnh Lào Cai nói riêng có vai trò quan trọng. Tuy nhiên, có rất ít các nghiên cứu về các yếu tố hạn chế về đất đối với canh tác cây rau cũng như canh tác cây cải bắp nói riêng.

Theo tác giả Trần Minh Tiến và cs: Sản lượng bắp cải ở Việt Nam tăng gấp 20 lần từ năm 1981 đến năm 2019. Tuy nhiên, có chênh lệch năng suất đáng kể giữa năng suất trung bình hiện tại của Việt Nam (27 tấn/ha) và năng suất của các nước sản xuất cải bắp hàng đầu. Độ phì của đất thấp và cách bón phân không cân đối là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến chênh lệch năng suất này [141].

Cải bắp ưa đất thịt nhẹ, cát pha, tốt nhất là đất phù sa bồi. Do có lượng sinh khối lớn nên cải bắp yêu cầu dinh dưỡng cao. Rau cải bắp cần nhiều nhất là đạm, sau đó là kali và lân. Để có năng suất 80 tấn/ha, cải bắp đã lấy đi của đất 214 kg đạm, 79 kg lân, 200 kg kali, tức là tương đương với 610 kg đạm urê, 400 kg supe lân, 500 kg clorua kali [30]. Theo nhiều tác giả để đạt năng suất 29 tấn/ha, lượng dinh dưỡng lấy đi tương ứng là 121 kg N, 32 kg P₂O₅, 106 kg K₂O, 5 kg MgO và 21 kg CaO/ha [51].

Đạm là yếu tố hạn chế hàng đầu với năng suất rau, cải bắp không thể cuộn nếu thiếu đạm, tuy nhiên, việc bón phân đạm bắp cuộn không chặt, dễ bị thối bên trong [42], hơn nữa thừa đạm làm tăng hàm lượng nitrat trong đất và trong rau [56].

Lân cũng là một trong những YTHC với cải bắp vì lân là yếu tố cần thiết ở thời kì cây con và giai đoạn hình thành bắp. Nếu thiếu lân ở giai đoạn tạo bắp, năng suất sẽ giảm đáng kể. Trong giai đoạn tạo bắp, cây hút tới 78% tổng nhu cầu lân [9].

Kali cũng là một trong những hạn chế với cải bắp, thiếu kali có thể dẫn đến vàng mép lá và bắp kém chất lượng [42], tuy nhiên nếu thừa kali có thể làm cải bắp không cuộn được.

Ngoài ra, cải bắp có nhu cầu về S lớn và nhạy cảm với việc thiếu hụt Mg và B [51].

Cây cải bắp thích độ pH của đất dao động từ 6,0-6,8, cao hơn khá nhiều so với độ pH của đất điển hình ở Việt Nam (5,0-5,5) [141]. pH thấp là một trong những nguyên nhân gây ra bệnh sưng rễ ở cây cải bắp. Bệnh do nấm *Plasmodiophora brassicae* gây ra. Nấm bệnh *Plasmodiophora brassicae* Woronin phát triển thuận lợi trong môi trường đất có độ pH đất thấp, đất càng chua bệnh phát triển càng mạnh. Mức độ mắc bệnh nghiêm trọng nhất trong điều kiện đất chua (pH dưới 6,5). Ngưỡng hạn chế nấm bệnh phát triển là pH từ 6.5 trở lên [57]. Tại Lào Cai, cải bắp thường phải chống chọi với bệnh sưng rễ, một loại bệnh hại nghiêm trọng nhất của cây rau họ cải trên thế giới. Cây bị bệnh còi cọc, không sinh trưởng được, héo và chết khi thời tiết nóng lên [22]. Đây là căn bệnh gây thiệt hại nặng nề

nhất đối với nông dân trồng rau ở Sa Pa trong 5 năm qua, thiệt hại lên đến 100% ở một số hộ nông dân, tại huyện Bắc Hà, tỷ lệ thấp hơn nhiều [19].

Theo kết quả nghiên cứu của Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Hải Dương (2018): Một số diện tích đất kém thích hợp và không thích hợp với cây rau cải bắp có hạn chế gồm: Thành phần cơ giới nặng, pH chua, địa hình thấp trũng hoặc dốc không thích hợp với yêu cầu của cây cải bắp [27].

Các YTHC chủ yếu ảnh hưởng đến sinh trưởng phát triển của cây cải bắp tại tỉnh Hưng Yên và Nam Định là: Đất có tầng glây trung bình, pH đất chua, địa hình trũng, chế độ tiêu kém, đất nhiễm phèn,... [49], [50].

Tại tỉnh Bắc Ninh, YTHC chính đối với cây cải bắp là pH đất thấp, ngoài ra khoảng 13 % diện tích đất sản xuất nông nghiệp nằm trên địa hình thấp trũng, tiêu thoát nước kém hoặc thuộc loại đất có glây nên không phù hợp cho sinh trưởng và phát triển của cải bắp [46].

YTHC đối với cây cải bắp tại huyện Hoàn Bò (nay sát nhập vào thành phố Hạ Long) bao gồm: Một số vùng đất có địa hình dốc, điều kiện tưới khó khăn và tỉ lệ đá lẫn trong đất nhiều [53].

Cây cải bắp tại tỉnh Bắc Giang được đánh giá không thích nghi với diện tích 73.437,37 ha, chiếm 25,85 % do một hoặc nhiều các YTHC sau: Thành phần cơ giới nặng, độ phì đất thấp, có tầng glây, độ dốc cao hoặc không tưới chủ động [45].

Các YTHC trong đất của các vùng chuyên canh rau tại tỉnh Thái Nguyên (Phú Bình, Phở Yên, Tp. Thái Nguyên) bao gồm: Độ phì nhiều thấp, các dinh dưỡng đa, trung và vi lượng đều ở ngưỡng thấp. [51].

Các loại đất trồng rau tại phường Võ Cường, thị xã Từ Sơn, Bắc Ninh canh tác rau màu lâu năm nên quá trình rửa trôi các cation kiềm trao đổi diễn ra thường xuyên làm cho đất chua hơn. Các hạn chế là: đất chua và nghèo dinh dưỡng, dung tích hấp thu và độ no bazơ chỉ đạt ở mức trung bình đến thấp [47].

Tại vùng chuyên canh rau tỉnh Thái Bình, xác định một số hạn chế về đất gồm: Đất chua, hàm lượng kali dễ tiêu thấp, hàm lượng cacbon hữu cơ hầu hết ở mức thấp ($< 1\%$ OC) [52].

Theo kết quả nghiên cứu Viện Thổ nhưỡng Nông hóa (2006), đất trồng rau tại thị xã Sa Pa và huyện Bắc Hà chủ yếu trên nhóm đất xám (Acrisols) và một phần ở nhóm đất dốc tụ (Regosols). Đặc điểm đất trồng rau tại 2 huyện như sau [43]:

Đất xám (Acrisols):

Đất từ chua nhiều đến hơi chua, pH_{H_2O} dao động trong khoảng 4,0 - 5,8; pH_{KCl} dao động trong khoảng 3,6 - 4,8. Khả năng trao đổi cation CEC ở mức thấp đến trung bình, dao động từ 7,8 - 15,8 meq/100g đất. Tổng cation kiềm trao đổi từ thấp đến trung bình (1,93 - 5,7 meq/100g đất).

Hàm lượng chất hữu cơ ở mức trung bình đến cao (1,0 - 2,5 % OC). Hàm lượng đạm tổng số ở mức nghèo đến giàu (0,08 - 0,2 % N). Hàm lượng lân tổng số dao động từ 0,04 - 0,19 % P_2O_5 ; hàm lượng lân dễ tiêu ở mức nghèo đến giàu (0,85 - 17,8 mg P_2O_5 /100g đất). Hàm lượng kali tổng số và dễ tiêu ở mức thấp đến trung bình, tương ứng 0,6 - 2,9 % K_2O và 5,9 - 19,5 mg K_2O /100 g đất.

Đất dốc tụ (Regosols):

Đất có phản ứng từ chua nhiều đến trung tính, pH_{H_2O} dao động trong khoảng 4,8 - 6,5; pH_{KCl} dao động trong khoảng 4,2 - 5,1. Khả năng trao đổi cation CEC ở mức trung bình, dao động từ 10,04 - 16,3 meq/100g đất). Tổng cation kiềm trao đổi từ rất thấp đến trung bình (0,80 - 7,63 meq//100g đất).

Hàm lượng chất hữu cơ ở mức thấp đến cao (0,9 - 2,1 % OC). Hàm lượng đạm tổng số tăng mặt ở mức trung bình (0,12 - 1,44 % N). Hàm lượng lân tổng số dao động trong khoảng 0,04 - 0,12 % P_2O_5 ; hàm lượng lân dễ tiêu từ nghèo đến giàu (0,78 - 10,23 mg P_2O_5 /100g đất), chủ yếu ở mức nghèo đến trung bình. Hàm lượng kali tổng số và dễ tiêu ở mức thấp đến trung bình, chủ yếu ở mức trung bình, tương ứng 0,9 - 2,3 % K_2O và 9,06 - 12,6 mg K_2O /100 g đất.

1.2.3. Tình hình nghiên cứu các phương pháp xác định yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây trồng

1.2.3.1. Xác định yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất bằng phương pháp đánh giá đất đai của FAO

Mỗi một loại cây trồng đều có một yêu cầu nhất định về điều kiện đất đai khác nhau, khả năng hấp thu dinh dưỡng khác nhau, vì vậy yếu tố hạn chế của đất đối với cây trồng không phải là giống nhau đối với tất cả các loại cây trồng. Yếu tố hạn chế đối với cây trồng trong đất có thể được hiểu ở hai khía cạnh: (1) hạn chế thiếu hụt, (2) hạn chế thừa. Hạn chế thiếu hụt sẽ gây ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng, phát triển đối với cây trồng, hạn chế thừa sẽ gây ngộ độc cho cây dẫn đến cây trồng bị chết hoặc cây trồng sẽ bị đột biến dẫn đến mất năng suất hoặc phẩm chất nông sản.

Có nhiều phương pháp xác định được các YTHC của đất, tuy nhiên đánh giá đất đai là một phương pháp tổng hợp nhất và có thể áp dụng ở tất cả các quy mô.

Thuật ngữ “Đánh giá đất đai” được hiểu là quá trình đoán định tiềm năng của đất cho một hoặc một số loại sử dụng đất đai được lựa chọn (trích theo FAO, 1976) [81]. Có thể hiểu một cách rõ ràng hơn như sau: đó là quá trình so sánh, đối chiếu những tính chất vốn có của vật, khoan đất cần đánh giá với những tính chất đất đai mà loại yêu cầu sử dụng đất cần phải có và được phân thành hai bộ: bộ thích hợp (S-Suitable) và bộ không thích hợp (N-Not Suitable) (dẫn theo [38]). Trong đánh giá thích hợp đất đai cây trồng có thể thích hợp ở nhiều mức khác nhau, bao gồm thích hợp cao (S1), thích hợp trung bình (S2), ít thích hợp (S3), không thích hợp hiện tại (N1) và không thích hợp vĩnh viễn (N2), ở mỗi mức thích hợp đều thể hiện các yếu tố hạn chế của đất đối với cây trồng ở các mức độ khác nhau [35].

Trên cơ sở phân cấp mức độ thích hợp đất của FAO, xác định mức độ tác động của từng yếu tố trong đất đối với cây trồng để phân cấp mức độ hạn chế trong đất đối với từng cây trồng [35].

Bảng 1.6. Phân cấp mức độ hạn chế trong đất đối với cây trồng

TT	Phân cấp hạn chế	Mô tả
1	Không hạn chế	Thích hợp ở mức S1, đất đai không thể hiện yếu tố hạn chế hoặc ở mức nhẹ, rất dễ khắc phục.
2	Hạn chế trung bình	Thích hợp ở mức S2, có một số yếu tố hạn chế ở mức độ trung bình có thể khắc phục.
3	Hạn chế nghiêm trọng	Thích hợp ở mức S3, có nhiều yếu tố hạn chế hoặc một yếu tố hạn chế nghiêm trọng khó khắc phục.
4	Hạn chế rất nghiêm trọng	Không thích hợp cả N1, N2, có nhiều yếu tố hạn chế khó khắc phục hoặc không thể khắc phục.

Nguồn: *Phân cấp trên cơ sở hướng dẫn của FAO, 1976*

1.2.3.2. Xác định yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất bằng phương pháp chẩn đoán sự thiếu hụt/ thừa chất dinh dưỡng của cây trồng

Trong thực tế sản xuất, nhiều khi nhu cầu dinh dưỡng của cây không được đáp ứng một cách thích đáng hoặc thiếu hoặc thừa đều không tốt. Các yếu tố có liên quan bao gồm: Sự hấp thu dinh dưỡng của cây trồng, hàm lượng chất dinh dưỡng trong đất, khả năng dự trữ và cung ứng chất dinh dưỡng của đất và các điều kiện môi trường khác (khí hậu, mực nước...), việc cung cấp dinh dưỡng thông qua phân bón không đủ, bón phân không cân đối,...

Cơ sở chủ yếu để chẩn đoán nhu cầu dinh dưỡng của cây là triệu chứng biểu hiện ở cây khi thiếu hoặc thừa chất và kết quả phân tích hàm lượng các chất dinh dưỡng trong cây và trong đất. Ngoài ra cần kết hợp quan sát, tìm hiểu các yếu tố liên quan đến sự hút chất dinh dưỡng của cây (tình trạng cây, tình trạng đất, thời tiết) và tình hình phân bón. Cũng cần chú ý thêm là sự thiếu hoặc thừa chất dinh dưỡng còn chịu ảnh hưởng tác động tương hỗ giữa các nguyên tố. Thiếu hoặc thừa một nguyên tố này có thể dẫn đến thiếu hoặc thừa nguyên tố khác [16].

Để xác định chất dinh dưỡng mà cây trồng đang bị thiếu hụt/dư thừa, Asher và cộng sự (2002) cũng đồng quan điểm là có ba công cụ quan trọng có thể sử dụng để trả lời câu hỏi này: (i) triệu chứng thiếu hụt có thể nhìn thấy bằng mắt thường; (ii) phân tích cây trồng, (iii) phân tích đất [60].

(i) Chẩn đoán thiếu hụt hoặc dư thừa chất dinh dưỡng thông qua các triệu chứng của cây trồng:

Khi thiếu hụt hoặc dư thừa chất dinh dưỡng, cây trồng sẽ biểu hiện các triệu chứng thiếu hụt/dư thừa. Các triệu chứng biểu hiện của cây trồng được tổng hợp và mô tả tóm tắt trong phần phụ lục [16], [14], [15] (phụ lục 7).

(ii) Chẩn đoán thiếu hụt thông qua phân tích cây trồng:

Cây trồng cần lượng dinh dưỡng phù hợp để phát triển và tái sản xuất [114]. Thiếu hụt hay thừa bất cứ yếu tố dinh dưỡng nào có thể biểu hiện qua những triệu chứng ở lá, tuy nhiên, tác động này không phải lúc nào cũng từ một yếu tố. Hạn chế này có thể được khắc phục bằng việc phân tích mẫu lá bởi đã có những thống kê từ các nghiên cứu chỉ ra được nồng độ thích hợp để đáp ứng tiềm năng phát triển của nhiều loài thực vật [93]. Sử dụng nguồn dữ liệu này, cùng với sự kết hợp các phương pháp phân tích hiện đại, có thể tạo thành một công cụ hữu ích cho việc chuẩn đoán thiếu hụt và quản lý dinh dưỡng.

Biểu hiện khi cây trồng thiếu hụt dinh dưỡng trên đồng ruộng thường thể hiện khi hàm lượng dinh dưỡng trong cây trồng đã ở mức quá thấp không thể tiếp tục thực hiện đủ chức năng, do vậy phương pháp này được coi như là phương pháp bổ trợ, một phần nữa là do biểu hiện thiếu không chỉ của một yếu tố dinh dưỡng và khó phân định với biểu hiện cây trồng bị ảnh hưởng của sâu, bệnh hại, thuốc trừ cỏ hay tác động của các yếu tố khác ngoài dinh dưỡng. Mặt khác, trong một số trường hợp, chúng ta không thể xác định khi hai chất dinh dưỡng có triệu chứng giống nhau, ví dụ như thiếu kẽm và thiếu mangan. Trong trường hợp này có thể áp dụng thêm phương pháp chẩn đoán thiếu hụt thông qua phân tích mẫu lá [60]. Biện pháp phân tích lá đóng vai trò quan trọng trong việc đánh giá nhu cầu dinh dưỡng của cây

trồng. Thông qua kết quả phân tích lá có thể biết được độ phì nhiêu hiện tại của đất cung cấp các chất dinh dưỡng cho nhu cầu của cây trồng [136] đồng thời có thể kiểm soát được hiện trạng dinh dưỡng của cây trồng. Lưu ý là hàm lượng dinh dưỡng trong lá phụ thuộc vào tuổi của cây, loại cây và vị trí của lá trên cây [72].

Phân tích mô lá là định lượng hàm lượng tổng số của các chất khoáng có trong lá. Mục tiêu của phân tích mô lá là để điều chỉnh chế độ bón phân, giải quyết các vấn đề về dinh dưỡng cây trồng và hiệu quả kinh tế. Những lợi ích chính của phân tích và chẩn đoán mô lá có thể liệt kê gồm: Xác định xem cây có đủ nguồn cung cấp dinh dưỡng thiết yếu; Xác định các độc tính và thiếu hụt tiềm ẩn khi triệu chứng không xuất hiện; Đánh giá hiệu quả của các chế độ phân bón; Cung cấp cách để so sánh một số phương pháp sử dụng phân bón; Xác định một số nguyên tố hữu hiệu mà không được kiểm tra bởi các phương pháp khác. Phân tích mô lá kiểm tra tất cả các yếu tố có thể ảnh hưởng đến dinh dưỡng dễ tiêu và sự hấp thụ của cây trồng. Phân tích mô cho thấy mối quan hệ giữa các chất dinh dưỡng với nhau [140].

Bryson và Mills (2015) cũng cho rằng: Đã có những thống kê từ các nghiên cứu chỉ ra được nồng độ thích hợp trong lá đáp ứng tiềm năng phát triển của nhiều loài thực vật. Sử dụng nguồn dữ liệu này, cùng với sự kết hợp các phương pháp phân tích hiện đại, có thể tạo thành một công cụ hữu ích cho việc chẩn đoán thiếu hụt và quản lý dinh dưỡng [93]

Tại New Zealand, kết quả nghiên cứu cho thấy có thể đối chiếu kết quả phân tích nồng độ chất dinh dưỡng điển hình trong lá so sánh với chất dinh dưỡng quan trọng hoặc tối ưu để xem cây trồng có bị thiếu chất dinh dưỡng hay không. Tuy nhiên, có rất ít thông tin có sẵn về nồng độ tối ưu của các cây trồng [100].

(iii) Chẩn đoán thiếu hụt thông qua phân tích đất:

Để xác định sự thiếu hụt chất dinh dưỡng, chủ yếu dựa vào các triệu chứng trực quan, phân tích mô thực vật và phân tích đất. Kiểm tra đất cung cấp chỉ số về chất dinh dưỡng có thể có cho cây trồng. Phân tích thực vật cho biết thực vật thực sự hấp thụ bao nhiêu chất dinh dưỡng tiềm năng sẵn có [113]. Phân tích đất để đánh

giá khả năng cung cấp chất dinh dưỡng của đất thay vì biết được tình trạng dinh dưỡng của cây. Phân tích trên cơ thể cây trồng sẽ cho biết thông tin về chất dinh dưỡng mà cây cần đến trong khi phân tích đất giúp cung cấp thông tin về khả năng của nguồn cung cấp dinh dưỡng cho cây.

Trong một số trường hợp, phân tích đất có thể xác định cách tốt nhất để khắc phục sự thiếu hụt/dư thừa được xác định bằng phân tích lá. Ví dụ, thiếu Mg có thể do pH đất thấp hoặc Ca quá cao [35]. Dư thừa kali có thể dẫn tới thiếu magie, đôi khi thiếu cả mangan, kẽm và sắt. Thừa magie dẫn tới thiếu hụt kali [16]

Lợi thế của việc phân tích đất là cung cấp được tính chất của đất trước khi trồng cây, trước khi cây trồng phát triển, do đó có thể kịp thời thực hiện biện pháp phòng ngừa sớm. Theo Arsher và cs (2002) nông dân ở hầu hết các nước phát triển sẵn sàng tiếp cận với phân tích đất ở các phòng thí nghiệm có thể thực hiện các thử nghiệm phân tích đất cho họ, tuy nhiên điều này không dễ dàng cho những nông dân ở các nước đang phát triển hoặc chậm phát triển [60].

1.2.3.3. Xác định yếu tố hạn chế về dinh dưỡng đất thông qua xác định cân bằng dinh dưỡng của cây trồng

Cân bằng dinh dưỡng cây trồng thực chất là việc cân đối về mặt số lượng các nguồn dinh dưỡng đầu vào, đầu ra trong hệ thống cây trồng. Mục đích chính của cân bằng dinh dưỡng trong hệ thống cây trồng là đánh giá tình trạng dự trữ dinh dưỡng trong đất, thông qua xác định lượng các nguồn dinh dưỡng đầu vào, đầu ra trong toàn bộ hệ thống cây trồng, qua đó đánh giá mức độ thoái hóa đất, trên cơ sở đó đề ra chiến lược quản lý dinh dưỡng phù hợp nhằm ngăn ngừa tình trạng thoái hóa đất. Nội dung của nghiên cứu cân bằng dinh dưỡng trong hệ thống cây trồng là việc xác định thành phần và lượng các nguồn dinh dưỡng đầu vào, đầu ra trong điều kiện sản xuất và phạm vi không gian nghiên cứu cụ thể. Thành phần và phương pháp xác định lượng các nguồn dinh dưỡng đầu vào, đầu ra của cân bằng dinh dưỡng trong hệ thống cây trồng có sự thay đổi, phụ thuộc vào đối tượng nghiên cứu, phạm vi không gian nghiên cứu và các điều kiện cụ thể trong sản xuất trong hệ

thống cây trồng [17]. Có ba cấp độ nghiên cứu cân bằng dinh dưỡng trong hệ thống cây trồng là: cấp độ vĩ mô, cấp độ trung bình và cấp độ vi mô.

Đối với các nghiên cứu ở *cấp độ vĩ mô*, nội dung cân bằng dinh dưỡng tập trung chủ yếu vào việc định lượng nguồn dinh dưỡng đầu vào, đầu ra đối với ba nguyên tố N, P, K trong đất canh tác ở phạm vi quốc gia hay châu lục. Các nguyên tố này có trong đất ở dạng dễ tiêu hoặc cố định đối với cây trồng và có sự biến động sau mỗi vụ thu hoạch do sự thay đổi của các nguồn dinh dưỡng đầu vào, đầu ra.

Đối với các nghiên cứu ở *cấp độ trung bình*, quy mô cấp huyện, vùng sinh thái hoặc các vùng sản xuất chuyên canh, mục tiêu của cân bằng dinh dưỡng là tạo cơ sở cho việc hoạch định các chính sách và kế hoạch sản xuất kinh doanh trong khu vực. Vì vậy, lượng các yếu tố đầu vào, đầu ra cần được tính toán chi tiết nhằm đảm bảo độ chính xác, tính khả thi cao của kết quả cân bằng.

Đối với các nghiên cứu ở *cấp độ vi mô*, mục tiêu của cân bằng dinh dưỡng là phục vụ cho việc tiếp cận quản lý dinh dưỡng tại chỗ trong phạm vi cánh đồng, trang trại hoặc nông hộ sản xuất. Ở cấp độ này, việc xác định nguồn và lượng của các nguồn dinh dưỡng đầu vào, đầu ra thường được thực hiện theo phương pháp tiếp cận có sự tham gia của các bên liên quan, nhằm phân tích đánh giá điều kiện đặc trưng, tình trạng dinh dưỡng, hiệu quả kinh tế.

Mục tiêu của việc sử dụng chất dinh dưỡng là để tăng hiệu suất tổng thể của hệ thống cây trồng bằng cách cung cấp dinh dưỡng tối ưu về mặt kinh tế cho cây trồng trong khi giảm thiểu thất thoát chất dinh dưỡng từ đồng ruộng. Để đánh giá hiệu quả quản lý dinh dưỡng (hạn chế trong quản lý dinh dưỡng cho cây trồng) thì việc đánh giá hiệu quả sử dụng chất dinh dưỡng (NUE) là một yếu tố cực kỳ quan trọng. Quản lý dinh dưỡng bền vững phải vừa hiệu quả vừa hiệu quả để mang lại những lợi ích kinh tế, xã hội và môi trường được dự đoán trước. [122].

Sử dụng dinh dưỡng không hợp lý cho cây trồng (thiếu, mất cân đối, không thích hợp hoặc sử dụng quá mức) trong các hệ thống nông nghiệp vẫn là một mối quan tâm nhất định. Khai thác chất dinh dưỡng không phù hợp là nguyên nhân chính dẫn đến năng suất cây trồng thấp ở các nước đang phát triển. Nếu phương

pháp quản lý chất dinh dưỡng không đạt được sự cân bằng giữa cung cấp chất dinh dưỡng và nhu cầu dinh dưỡng của cây trồng sẽ dẫn đến tăng chi phí và giảm hiệu quả sản xuất. Do đó, việc xác định hiệu quả sử dụng chất dinh dưỡng, từ đó có giải pháp phù hợp là việc rất cần thiết [77]. Các phương pháp quản lý cải thiện NUE mà không làm giảm năng suất hoặc tiềm năng tăng năng suất trong tương lai có thể có giá trị nhất [122].

Có rất nhiều cách tính NEU, trong đó cân bằng dinh dưỡng một phần (Partial nutrient balance- PNB) và năng suất yếu tố một phần (Partial factor productivity- PFP) là hình thức đơn giản nhất của hiệu quả thu hồi chất dinh dưỡng, thường được biểu thị bằng sản lượng dinh dưỡng trên một đơn vị chất dinh dưỡng đầu vào (tỷ lệ “loại bỏ để sử dụng”). PNB có thể được đo lường hoặc ước tính ở quy mô trang trại cũng như ở cấp khu vực hoặc quốc gia. PFP và PNB cung cấp thông tin hữu ích cho người trồng và cũng có thể được tính toán cho bất kỳ trang trại nào lưu giữ hồ sơ đầu vào và đầu ra. Cả chỉ số PFP và PNB đều không xem xét nguồn cung cấp dinh dưỡng vốn có của đất tuy nhiên các chỉ số này nên được áp dụng vì yêu cầu dữ liệu có sẵn ở quy mô trang trại [122] và là quan trọng nhất đối với nông dân [77].

Theo Achim Dobermann (2007) và Paul Fixen (2014), công thức tính PEP như sau [77], [122]:

$$PEP = Y/F \text{ hoặc } PEP = (Y_0/F) + AE$$

Trong đó: Y là năng suất của phần cây trồng được thu hoạch có bón chất dinh dưỡng (kg/ha); F là lượng (phân) dinh dưỡng bón vào (kg/ha); AE là hiệu quả nông học của chất dinh dưỡng được sử dụng (tăng năng suất kg trên mỗi kg chất dinh dưỡng được bón).

Theo Cochran, W. G. (1963) và Paul Fixen (2014) công thức tính PNB như sau [70], [122]:

$$PNB = U_H/F$$

Trong đó: U_H là hàm lượng dinh dưỡng của phần thu hoạch của cây trồng; F là lượng (phân) dinh dưỡng bón vào (kg/ha).

Ước lượng dinh dưỡng cây lấy đi từ đồng ruộng thường được sử dụng để tính toán cân bằng dinh dưỡng một phần, sử dụng phương pháp so sánh giữa lượng dinh dưỡng bón cho cây và lượng dinh dưỡng cây lấy đi từ đồng ruộng. Trong “cân bằng dinh dưỡng một phần (PNB)” tổn thất do xói mòn, dòng chảy và rửa trôi không được xem xét, cũng như không được bổ sung từ sự lắng đọng khí quyển, lắng đọng trầm tích hoặc thu thập dòng chảy từ các khu vực khác [129].

1.3. Tình hình nghiên cứu giải pháp khắc phục các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp

1.3.1. Tình hình nghiên cứu giải pháp khắc phục các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp trên thế giới

Độ chua đất cao là yếu tố quan trọng ảnh hưởng xấu đến sản xuất cây trồng. Việc bón vôi để làm điều chỉnh độ axit trong đất là khía cạnh quan trọng trong việc quản lý đất trồng. Do vậy, việc bón vôi giúp cải thiện năng suất cây trồng nhờ việc giúp giảm thiểu một số bất lợi trong sản xuất và tạo điều kiện thuận lợi cho các yếu tố dinh dưỡng. Shaheb và cs (2014) đã nghiên cứu và cho rằng năng suất cải bắp cao hơn trong môi trường đất có độ bão hòa axit thấp hơn [133] và Smith và cộng sự (1986) chỉ ra rằng năng suất tăng có tương quan với việc bón vôi, nhờ việc giúp tăng độ pH đất [135].

Việc bón vôi với lượng phù hợp cho đất, sử dụng phân bón N cân đối có thể giúp giảm độ bão hòa axit trong đất, nồng độ axit trao đổi trong đất và tăng độ pH đất [144]. Việc này ảnh hưởng tốt đến khả năng hấp thu của cây trồng do làm giảm nồng độ Mn và Zn có sẵn trong đất, giúp tăng năng suất cây trồng [135]. Nghiên cứu của Askew và cs (1993) cũng chỉ ra rằng việc bón vôi cho đất để độ bão hòa axit trong đất < 2 % và pH > 4,5 sẽ giúp giảm nồng độ axit trao đổi trong đất, từ đó làm giảm ngộ độc nguyên tố Mn trong đất, tăng năng suất cải bắp và cải thiện độ phì nhiêu của đất [61]. Tại New Zealand, khuyến cáo bón vôi nếu pH < 6, mục tiêu pH là 6,5. Vì bệnh sưng rễ cải bắp (clubroot disease) có thể làm giảm năng suất đáng kể và mức độ nghiêm trọng của bệnh này giảm khi pH 7,2, tuy nhiên việc nâng cao độ pH của đất đến 7,2 có thể làm giảm sản lượng. Do đó, tốt nhất nên

kiểm soát thông qua sử dụng tổng hợp các giống kháng bệnh, thuốc diệt nấm và vôi, hơn là chỉ dựa vào kiểm soát độ pH của đất. Mặt khác, việc duy trì giá trị pH ở mức cao này có thể gây ra sự thiếu hụt một số nguyên tố vi lượng trong cây trồng [100].

Theo nghiên cứu của Nazrul và Shaheb (2016), năng suất của cải bắp phản ứng đáng kể với liều lượng phân bón, lượng vôi và sự kết hợp của phân bón và vôi ở Sylhet, Bangladesh. Tỷ lệ phân bón dựa trên đất thử nghiệm (201N + 63P + 65K + 23S + 0,5 Zn) cho năng suất bắp tối đa. Mức vôi (dolomite) ở tỷ lệ 1 tấn/ha tại đất thử nghiệm có pH từ 4,5 - 5,1 có thể mang lại lợi nhuận kinh tế cho việc trồng cải bắp trên đất chua mạnh ở Sylhet [118].

Một số biện pháp giúp khắc phục một số yếu tố hạn chế với việc sản xuất cải bắp tại vùng Umlaas River Valley như: Quản lý tưới tiêu cho cây, tránh tình trạng cây bị stress, cải thiện việc quản lý sâu bệnh hại và cỏ dại, bón vôi cho vùng đất chua để cải thiện độ pH đất,... Giảm lượng nước tưới trước thời kỳ hình thành bắp và tăng lượng nước tưới sau thời kỳ hình thành bắp và cuộn bắp [61].

Việc cung cấp dinh dưỡng cho đất trồng như phân chuồng hữu cơ sẽ giúp duy trì hoạt động của các vi sinh vật trong đất, cải thiện cấu trúc đất và sức khỏe cây trồng [76]. Việc bón phân chuồng nên được tiến hành ít nhất 1 tháng trước khi trồng cải bắp. Tuy nhiên, việc bón phân chuồng (lợn, gà) nên được cân nhắc với lượng ít nhất là 5 tấn/ ha/ năm, không nên bón quá 20 tấn/ năm [61].

Việc không xới xáo đất được khuyến nghị trong việc sản xuất cải bắp vì sẽ ảnh hưởng tới sự phát triển rễ cải bắp bị hạn chế, đặc biệt đối với các vùng đất trước đây đã từng được sử dụng cho các hoạt động thâm canh trồng rau [106].

Để tăng độ phì nhiêu cho đất, đủ để cung cấp chất dinh dưỡng cho cây đang phát triển, chất dinh dưỡng có thể được bổ sung dưới dạng phân bón hữu cơ hoặc vô cơ. Kết quả từ việc thử nghiệm bón phân trong thời gian dài ở Đan Mạch, cho thấy việc bón phân cân đối dẫn đến: (i) năng suất cây trồng cao và ổn định, (ii) nâng cao hàm lượng dinh dưỡng trong đất. Sử dụng phân chuồng giúp tăng hàm lượng hữu cơ cao hơn so với bón phân khoáng [89].

Kết quả nghiên cứu tại vùng đất đá vôi Chapai Nawabganj, Bangladesh cho thấy: Năng suất cao nhất và cải bắp thương phẩm được thị trường chấp nhận nhất khi bón 150 N, 50 P, 100 K và 3 kg B/ha [117].

Có thể dùng canxi nitrat phun qua lá để cung cấp canxi. Magiê cũng có thể bị thiếu trên đất chua, đất nhẹ hoặc trên đất rất nhiều kali, có thể phun 5 kg magiê/ha để bổ sung canxi [75].

Si được bổ sung trong dung dịch dinh dưỡng cung cấp cho cây cải bắp làm tăng hàm lượng vitamin C và sinh khối đồng thời giảm sự mất nước ở lá và do đó đảm bảo thời gian bảo quản sau thu hoạch lâu hơn. Việc bổ sung Si vào dung dịch dinh dưỡng được sử dụng trong cây cải bắp là rất quan trọng, đặc biệt là ở những cây có nguy cơ thiếu Ca [74].

Cải bắp rất dễ bị thiếu molybden, nên phun 125 g natri- hoặc amoni molybdat trong 500 lít nước mỗi ha ngay khi nhận thấy dấu hiệu thiếu hụt. Hiệu lực của molybden có thể tăng lên bằng cách cung cấp đủ vôi trước khi trồng. Sự thiếu hụt sắt phổ biến trên đất kiềm, vôi, có thể khắc phục bằng cách phun qua lá sắt sulphat (1 %) hoặc chelate. Sự thiếu hụt mangan là phổ biến trên đất có độ pH trên 5,5. Phun qua lá 5 kg mangan sulphat hoặc 2 đến 3 kg/ha oxit mangan ngay sau khi các triệu chứng của sự thiếu hụt được quan sát thấy. Cải bắp có thể có thiếu hụt boron ở những vùng có lượng mưa lớn, nên phun 3 kg Solubor/ha để kiểm soát sự thiếu hụt boron [75].

Để xây dựng được quy trình phân bón khuyến cáo phù hợp cho mỗi loại rau một cách phù hợp, một trong những cơ sở quan trọng là hiểu được đặc điểm đất thông qua việc phân tích các yếu tố dinh dưỡng cần thiết và nhu cầu dinh dưỡng của từng đối tượng cây trồng. Lượng dinh dưỡng lấy đi theo sản phẩm thu hoạch rất cần được xác định nhằm bổ sung lượng phân bón trở lại cho cây trồng ở mức độ cân đối.

Bảng 1.7: Lượng lân khuyến cáo bón cho cải bắp theo mức năng suất và hàm lượng lân trong đất

Hàm lượng lân dễ tiêu trong đất (ppm P ₂ O ₅)	Năng suất đạt được (tấn/ha)		
	49	62	74
	<i>Lượng phân lân khuyến cáo bón</i>		
15	176	185	194
25	120	129	138
35	64	73	82
40 - 70	36	45	54
80	0	0	0

Nguồn: Darryl Warncke, 2004, [73].

Bảng 1.8: Lượng đạm (kg/ha) khuyến cáo bón theo hàm lượng hữu cơ đất

Loại rau	Năng suất (tấn/ha)	Theo hàm lượng hữu cơ trong đất (%)			
		< 2,0	2,0 - 9,9	10,0 - 20,0	> 20,0
		<i>Lượng đạm (kg/ha) khuyến cáo bón</i>			
Cải bắp	20 - 74	202	157	112	45

Nguồn: Carrie A. M. Laboski and John B. Peters, 2012, [68].

Bảng 1.9: Lượng kali khuyến cáo bón theo năng suất cải bắp và hàm lượng K₂O dễ tiêu và CEC đất.

Hàm lượng K ₂ O dễ tiêu (ppm)	Mức năng suất 50 tấn/ha				Mức năng suất 74 tấn/ha			
	CEC (1dl/100 g đất)				CEC đất (1dl/100 g đất)			
	4	8	12	16	4	8	12	16
	<i>Lượng phân K khuyến cáo bón</i>							
40	213	239	269	304	289	315	336	336
80	159	176	197	223	235	252	273	299
85	152	168	188	213	229	244	265	289

Hàm lượng K ₂ O dễ tiêu (ppm)	Mức năng suất 50 tấn/ha				Mức năng suất 74 tấn/ha			
	CEC (ldl/100 g đất)				CEC đất (ldl/100 g đất)			
	4	8	12	16	4	8	12	16
Lượng phân K khuyến cáo bón								
95	152	152	170	193	229	229	247	269
105	152	152	152	173	229	229	229	249
115	152	152	152	152	229	229	229	229
125	76	152	152	152	114	229	229	229
135	0	76	152	152	0	114	229	229

Nguồn: Darryl Warncke, 2004, [73].

Hay xây dựng công thức tính lượng phân bón dựa trên kết quả phân tích đất cho cây trồng tại Hàn Quốc (RDA, 2014), lượng phân bón được tính như sau [115]:

+ Xác định lượng N bón cho cải bắp theo bảng 1.10.

+ Xác định lượng lân bón cho cải bắp như sau:

$$\text{Lượng P}_2\text{O}_5 \text{ bón (kg/ha)} = 1524,61 - 536,95 \log X$$

Trong đó X là lượng P₂O₅ dễ tiêu trong đất (mg/kg)

+ Xác định lượng kali bón cho cải bắp:

$$\text{Lượng K}_2\text{O} \text{ bón (kg/ha)} = 382,44 - 1081,15 X/\sqrt{(\text{Ca} + \text{Mg})}$$

Trong đó X là lượng K₂O trao đổi trong đất (cmolc/kg); Ca và Mg là hàm lượng canxi và magie trao đổi trong đất.

Bảng 1.10: Xác định N bón cho cải bắp theo hàm lượng hữu cơ (OC) đất

Hàm lượng OC (g/kg)	Lượng N bón cho cải bắp (kg N/ha)
20	368
21-30	312
31	254

Nguồn: National Academy of Agricultural Science, RDA, 2014, [119].

Như vậy, lượng dinh dưỡng trong đất có quan hệ mật thiết với việc định lượng phân bón cho cây trồng và đã được nhiều quốc gia trên thế giới áp dụng để có thể nâng cao hiệu quả sử dụng phân bón.

1.3.2. Tình hình nghiên cứu giải pháp khắc phục các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp tại Việt Nam

Để hạn chế quá trình thoái hoá đất và phục hồi đất thoái hóa, trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu và đưa ra những biện pháp như: Sinh học, hóa học, canh tác,... Trong đó biện pháp hóa học là rất quan trọng, theo tính toán của IFPRI (1996), 80% sản lượng cây trồng tăng trên thế giới nhờ vào việc tăng năng suất, trong đó phần lớn do đóng góp của phân bón (dẫn theo Nguyễn Văn Bộ, [3]). Do vậy, một chế độ cung cấp dinh dưỡng hợp lý cho cây trồng trên đất bị thoái hóa sẽ vừa làm tăng năng suất, vừa duy trì và cải thiện tính chất đất.

Với đất chua, giải pháp bền vững là cần bổ sung đủ vôi (CaCO_3 hoặc các vật liệu cơ bản khác) để ngăn pH giảm đến mức mà các Al ở ngưỡng độc hại cho cây trồng [143]. Bón vôi cho đất chua ($\text{pH} < 5,3$) có thể hạn chế tích lũy Pb và Cd trong rau [13].

pH thấp còn là môi trường thuận lợi của nấm *Plasmodiophora brassicae*. W, gây ra bệnh sưng rễ trên cải bắp. Bệnh sưng rễ cải bắp (clubroot disease) do *Plasmodiophora brassicae* gây ra, ảnh hưởng rất lớn đến sản xuất rau tại Sa Pa và Bắc Hà, vì vậy bón vôi để giảm độ chua được coi là giải pháp hiệu quả để khắc phục dịch bệnh này [22]. Ngoài ra, cải bắp còn bị bệnh thối hạch do nấm *Sclerotinia sclerotiorum* gây ra. Bệnh thối hạch chỉ xuất hiện và gây hại vào cuối vụ đông và vụ xuân. Nhiệt độ thích hợp cho chúng phát triển từ 18 - 22 độ C. Nấm *Sclerotinia sclerotiorum* phát triển tốt trong điều kiện pH 4,5 - 5,2. Bón vôi trên những diện tích bị hại nặng có thể là một trong những biện pháp tốt có tác dụng hạn chế sự phát triển của nấm hạch *Sclerotinia sclerotiorum* [7].

Cây trồng hấp thu các chất dinh dưỡng từ đất, nhưng khả năng cung cấp của đất có hạn, việc thâm canh qua nhiều năm khiến đất đai bị suy kiệt, giảm độ phì

nhieu, đất bạc màu, dần mất đi khả năng sản xuất, mất đi khả năng cung cấp các chất dinh dưỡng thiết yếu cho cây trồng. Nên việc sử dụng phân bón rất quan trọng, để cung cấp các dưỡng chất thiết yếu cho cây trồng sinh trưởng, phát triển khỏe mạnh, đạt năng suất cao và trả lại cho đất lượng dưỡng chất cây trồng đã lấy đi.

Đối với rau, đạm là yếu tố tác động rất lớn đến sinh trưởng và phát triển như chiều cao cây, diện tích lá. Cải bắp là loại rau ăn lá, cho nên có nhu cầu đối với nguyên tố dinh dưỡng khá cao. Việc bón đạm nhiều làm tăng hàm lượng NO_3^- trong cả đất và rau. Liều lượng đạm thích hợp đạt năng suất cao, hàm lượng NO_3^- trong giới hạn cho phép với cải bắp là 200 kg N/ha [56]. Bón thừa đạm, lá cây có màu xanh tối, thân lá mềm, tỷ lệ nước cao, dễ mắc sâu bệnh, dễ lốp đổ và thời gian sinh trưởng kéo dài. Thí nghiệm với giống rau cải bắp NS – Cross vụ đông 2013 tại phường Quang Vinh, TP Thái Nguyên cho thấy ở các mức bón phân đạm urê khác nhau đã làm ảnh hưởng rõ rệt đến khả năng sinh trưởng, phát triển và năng suất của cải bắp. Trong đó mức bón 160 kg N/ha cho năng suất cao nhất nhưng dư lượng nitrat lại vượt quá ngưỡng dư lượng cho phép, do vậy không đạt tiêu chuẩn rau an toàn. Với mức bón 140 kg N/ha cho năng suất cao (263,78 tạ/ha) và dư lượng nitrat dưới ngưỡng dư lượng cho phép [10].

Ngoài các nguyên tố đa lượng, cải bắp cũng hút đi từ đất một lượng canxi đáng kể, với mức năng suất 30 tấn/ha, cây lấy đi 2 kg CaO/ha [55].

Bón bổ sung lưu huỳnh từ phân polysulphate có hiệu quả khá rõ đối với cải bắp trên đất xám bạc màu, trên cùng một nền phân bón đa lượng (N, P, K) thì bón 50 kg S/ha từ phân polysulphate làm tăng năng suất cải bắp khoảng 10% và hiệu quả kinh tế tăng 11,7 triệu đồng/ha. Lượng phân bón thích hợp cho cải bắp trên đất xám bạc màu là: 15 tấn phân chuồng + 180 kg N + 80 kg P_2O_5 + 90 kg K_2O + 75 kg S/ha; trong đó bón 50% K_2O (tương ứng 45 kg K_2O) và 75 kg S bằng 321 kg phân polysulphate/ha [33].

Kết quả nghiên cứu của Viện Thổ nhưỡng Nông hóa (2019) xác định mức phân bón phù hợp với cải bắp vùng chuyên canh rau tại Tp. Thái Nguyên và những

vùng canh tác có điều kiện tương tự, căn cứ theo năng suất, như sau: Đối với mức năng suất 30 tấn/ha/vụ áp dụng lượng bón: 85 kg N + 27 kg P₂O₅ + 96 kg K₂O; với mức năng suất 35 tấn/ha lượng bón 137 kg N + 58 kg P₂O₅ + 118 kg K₂O; với mức năng suất 40 tấn/ha lượng bón 189 kg N + 89 kg P₂O₅ + 141 kg K₂O [51].

Kết quả nghiên cứu của Đỗ Trọng Thăng và cs (2017) cho thấy: Đối với đất xám khu vực Hà Nội nếu đã bón phân hữu cơ thì việc tăng mức đạm bón không ảnh hưởng nhiều tới năng suất cải bắp; mức phân bón đạm tối ưu cho cải bắp 180 N/ha. Đối với đất phù sa ở Hà Nội, mức đạm bón tối ưu cho cải bắp là 180 N. Việc bón đạm quá nhiều không đi kèm với việc tăng năng suất cải bắp mà gây lãng phí phân bón và khi bón lớn hơn 220 N/ha thì hàm lượng NO₃⁻ trong cải bắp vượt quá mức cho phép [31].

Kết quả “Khảo nghiệm hiệu lực phân bón hữu cơ Liquid Calcium Nitrate đối với một số cây trồng trên một số loại đất miền Bắc Việt Nam 2006” của Viện Thổ nhưỡng Nông hóa cho thấy: bón 2 tấn phân hữu cơ Liquid/ha cho rau cải bắp và su hào trên đất bạc màu, đất phù sa sông Hồng đã tăng năng suất rau cải bắp và su hào từ 17 – 24% so với không bón hữu cơ và đối chứng của nông dân [44].

Các loại phân HCVS có tác dụng tích cực đến sinh trưởng và năng suất cải bắp, làm giảm thời gian sinh trưởng từ 1 - 3 ngày, làm tăng đường kính cải bắp từ 1 - 2,1 cm, tăng năng suất cải bắp từ 19,1 - 23,5 % so với việc sử dụng phân vô cơ đơn ở mức tin cậy 99 %. Ngoài ra, bón phân HCVS còn kéo dài được thời gian bảo quản trong tự nhiên tới 3 ngày và đến 4,3 ngày trong môi trường lạnh [11].

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của liều lượng bón đạm kết hợp với vi lượng Bo đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng của cải bắp gieo trồng chính vụ tại Nam Định cho thấy: Bón 170 - 230 kg N, kết hợp phun dịch acid boric nồng độ 0,1 - 0,2 % cho giống cải bắp KK-Cross trồng chính vụ đạt năng suất, chất lượng và hiệu quả kinh tế cao, đồng thời hàm lượng NO₃⁻ trong rau ở mức an toàn [26].

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu, khuyến cáo, quy trình sản xuất rau an toàn và theo tiêu chuẩn VietGAP về lượng, số lần bón phân cho cải bắp tại miền Bắc Việt Nam được thể hiện trên bảng 1.11.

Bảng 1.11: Lượng phân bón khuyến cáo cho cải bắp

STT	Nguồn/năm	Lượng bón (ha/vụ)
1	Tiêu chuẩn ngành (10 TCN 442:2001)	20-25 tấn PC + 138 kg N + 58-66 kg P ₂ O ₅ + 120 kg K ₂ O
2	Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, 2005	15-20 tấn PC + 160-190 kg N+ 60-80 kg P ₂ O ₅ + 100-120 kg K ₂ O
3	Hiệp hội Phân bón Việt Nam, 2012.	30-40 tấn PC + 90-120 kg N + 60 – 90 kg P ₂ O ₅ + 120-180 kg K ₂ O
4	Trung tâm Khuyến nông quốc gia, 2014	20-25 tấn PC + 138 kg N + 56 kg P ₂ O ₅ + 100 kg K ₂ O
5	Viện Nghiên cứu Rau quả, 2014.	25-30 tấn PC + 115-138 kg N + 99 - 107 kg P ₂ O ₅ + 120 - 150 kg K ₂ O

Như vậy, cho đến nay trên thế giới đã có rất nhiều kết quả nghiên cứu về YTHC về đất và dinh dưỡng đất đối với cây trồng nói chung và cây cải bắp nói riêng. Mục tiêu chung của các nghiên cứu đều nhằm hướng tới xác định nguyên nhân và các phương pháp xác định yếu tố về đất và dinh dưỡng đất đối với cây trồng. Đồng thời tìm ra các giải pháp khắc phục hạn chế trong điều kiện sản xuất hiện tại của vùng nghiên cứu, làm cơ sở đưa ra mức phân bón hợp lý, xác định nhu cầu và kế hoạch cung cấp phân bón cũng như các giải pháp nhằm khắc phục, nâng cao năng suất, hiệu quả sản xuất. Tuy nhiên, do đặc điểm dinh dưỡng đất và nhu cầu của cây cải bắp với yếu tố dinh dưỡng đất có tính đặc thù theo điều kiện sinh thái địa phương. Vì vậy, mặc dù nghiên cứu được thực hiện ở nhiều địa điểm khác nhau trên thế giới và cơ sở dữ liệu liên quan đến YTHC về đất và dinh dưỡng đất đối với cây cải bắp có thể tìm thấy ở nhiều nguồn khác nhau, nhưng lại không thể áp dụng cho điều kiện sinh thái của tỉnh Lào Cai.

Với lợi thế về độ cao, khí hậu mát mẻ quanh năm, thị xã Sa Pa và huyện Bắc Hà có điều kiện khí hậu, thời tiết, thổ nhưỡng thích hợp để phát triển các loại rau, đặc biệt là rau cải bắp và bước đầu tiếp cận được thị trường tiêu thụ cao cấp vì cải bắp Lào Cai có “tiếng” về chất lượng như ngon hơn, giòn hơn, vị đậm hơn so với cải bắp ở các tỉnh miền xuôi phía Bắc. Tuy chất lượng tốt, nhưng năng suất cải bắp Lào Cai không cao so với tiềm năng vì vậy sản lượng hàng năm đáp ứng được rất thấp so với nhu cầu tiêu dùng tại chỗ, chưa nói đến việc xuất khẩu.

Nhằm góp phần cung cấp các dẫn liệu khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo trên cây cải bắp tại Việt Nam, đồng thời xây dựng cơ sở cho việc xây dựng quy trình bón phân hợp lý cho cây cải bắp tại vùng trồng rau chính tỉnh Lào Cai và các địa phương có điều kiện tương tự, góp phần cải thiện độ phì đất và xây dựng một hệ thống canh tác rau bền vững thì việc thực hiện “*Nghiên cứu xác định các yếu tố hạn chế về đất đối với cây rau cải bắp trên vùng sản xuất rau chính tại tỉnh Lào Cai*” là rất cần thiết.

Chương 2. VẬT LIỆU, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Giống cải bắp thí nghiệm

Các thí nghiệm được bố trí với giống cải bắp có xuất xứ từ Nhật Bản là: Grand KK Cross và New Star Cross, đây là giống cải bắp được người dân trồng phổ biến trên địa bàn trong thời gian nghiên cứu (từ 2014 - 2018).

2.1.2. Phân bón

Các loại phân bón sử dụng trong thí nghiệm bao gồm: Vôi bột Ca(OH)_2 hoặc bột đá vôi CaCO_3 , đạm urê (46% N), supe lân (17% P_2O_5), kali clorua (60% K_2O) và các vi lượng: Axit boric (H_3BO_3); đồng (II) clorua dihydrat ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); kẽm sulfate heptahidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) và ammonium heptamolybdate tetrahydrate ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).

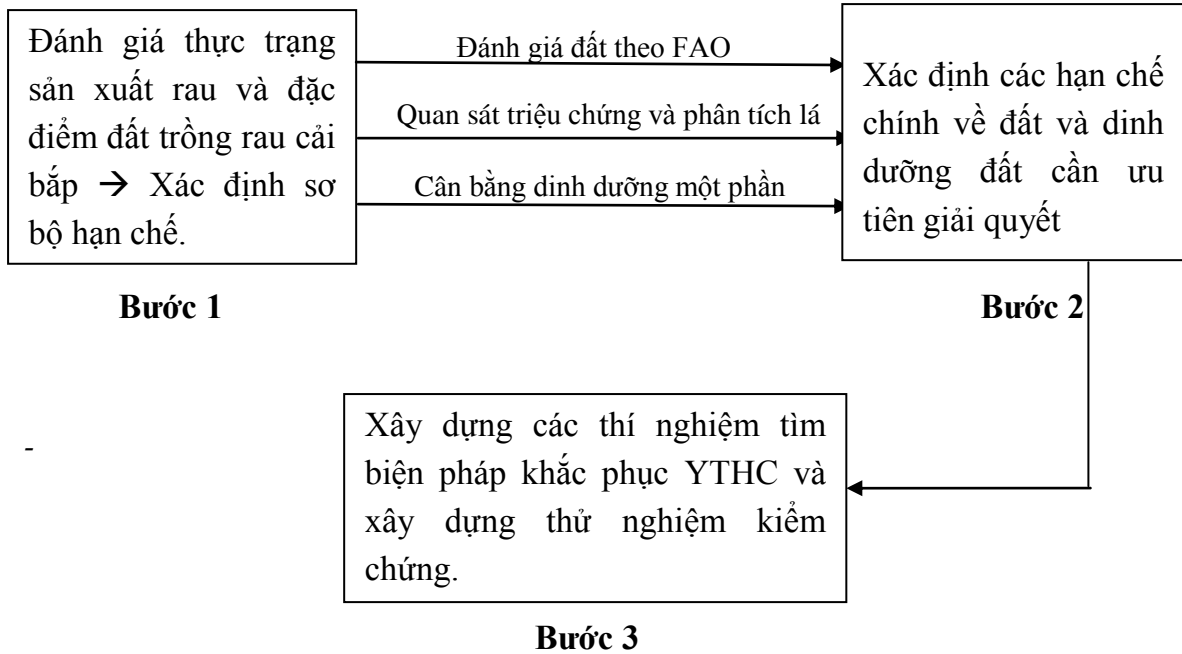
Các loại phân bón sử dụng trong mô hình bao gồm: Vôi bột Ca(OH)_2 hoặc bột đá vôi (CaCO_3), đạm urê (46% N), supe lân (17% P_2O_5), kali clorua (60% K_2O), NPK Lâm Thao 5:10:3, phân chuồng của hộ gia đình (có phân tích hàm lượng N, P, K) và axit boric (H_3BO_3).

2.2. Nội dung nghiên cứu

- Đánh giá thực trạng sản xuất rau và đặc điểm đất trồng rau cải bắp vùng sản xuất rau chính tỉnh Lào Cai
- Xác định các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây cải bắp ở vùng sản xuất rau chính tỉnh Lào Cai.
- Nghiên cứu các giải pháp khắc phục một số yếu tố hạn chế, nâng cao hiệu quả canh tác rau cải bắp ở vùng sản xuất rau chính tỉnh Lào Cai.
- Xây dựng thử nghiệm kiểm chứng các kết luận khoa học đã được xác định.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Tiến trình nghiên cứu



2.3.2. Phương pháp điều tra

2.3.2.1. Thu thập thông tin thứ cấp

Thu thập tất cả các nguồn tài liệu, số liệu thống kê, bản đồ, qui trình kỹ thuật, báo cáo khoa học, báo cáo sản xuất,... có liên quan đến điều kiện khí hậu, đất đai, tình hình sản xuất và các biện pháp kỹ thuật thâm canh rau tại 2 thị xã Sa Pa và Bắc Hà, làm cơ sở để tổng hợp, phân tích, đánh giá điều kiện cơ bản trong mối quan hệ với các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất cho cây rau cải bắp vùng nghiên cứu.

2.3.2.2. Thu thập thông tin sơ cấp

(i) Điều tra, thu thập các thông tin liên quan đến tình hình sản xuất và kỹ thuật thâm canh rau cải bắp của nông dân thông qua phương pháp điều tra nông hộ, cụ thể:

- Tính cỡ mẫu (số phiếu điều tra): Tính theo công thức sau (Cochran, W.G, 1963) [70]:

$$n = Z^2_{1-\alpha/2} (1-p)p/\epsilon^2$$

Trong đó :

n: Số đối tượng cần nghiên cứu (số phiếu điều tra)

$Z_{1-\alpha/2}$: Hệ số tin cậy, z cho mức độ tin cậy 95% = 1,96.

P: ước tính tỷ lệ % xảy ra của tổng thể, thông thường $p = 50\%$

ϵ : Độ chính xác mong muốn (đến $\pm 10\%$ là chấp nhận được)

Vậy, để đạt độ chính xác mong muốn $\pm 10\%$, mức độ tin cậy 95%, thì tổng số phiếu cần điều tra = $1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 / 0,1^2 = 96$ phiếu

- Chọn hộ điều tra: Sử dụng phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên phân tầng, điều tra các hộ có diện tích trồng rau hàng năm từ 500 m² trở lên. Khung lấy mẫu là danh sách nông dân trồng rau ở các xã được chọn, do địa phương cung cấp. Cỡ mẫu ở mỗi xã được xác định theo tỷ lệ sau khi xác định được các tầng của hệ thống canh tác rau. Tổng cỡ mẫu là 96 phiếu điều tra, trong đó 57 ở Sa Pa và 39 ở Bắc Hà.

- Phương pháp điều tra: Điều tra, thu thập thông tin theo phiếu điều tra với các câu hỏi in sẵn, trong đó bao gồm cả câu hỏi đóng và câu hỏi mở (mẫu phiếu kèm theo trong phần phụ lục).

- Nội dung điều tra bao gồm : Các thông tin chung về nông hộ, tình hình sản xuất rau của nông hộ, tình hình thực hiện các biện pháp kỹ thuật canh tác tình hình sử dụng phân bón, thuốc BVTV, nguồn nước, các biểu hiện trên cây rau và những vấn đề tồn tại, hạn chế trong sản xuất rau hiện tại,...

- Tổng hợp, xử lý thông tin điều tra: Sử dụng phương pháp phân tổ thống kê theo tiêu chí điều tra để phân tích và mô tả các thông tin thu thập được qua phiếu điều tra.

(ii) Xác định các yếu tố hạn chế trong sản xuất rau thông qua điều tra, phỏng vấn người dân

- Thời gian điều tra nông hộ: 2014, thời gian khảo sát: 2014, 2015, 2016.

- *Điều tra, quan sát việc thiếu hụt/dư thừa dinh dưỡng*: Vườn có triệu chứng thiếu hụt/dư thừa dinh dưỡng phải có từ 30 - 50 % cây có biểu hiện thiếu hụt giống nhau, các biểu hiện thiếu hụt dinh dưỡng thường thể hiện qua sự khác biệt của màu sắc lá.

- *Điều tra, phỏng vấn người dân*: Sử dụng phương pháp có sự tham gia của cộng đồng (PRA). Sử dụng phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên phân tầng, điều tra các hộ có diện tích trồng rau hàng năm từ 500 m² trở lên. Khung lấy mẫu là danh sách nông dân trồng rau ở các xã được chọn, do địa phương cung cấp. Tổng số 96 hộ được điều tra (57 hộ tại Sa Pa và 39 hộ tại Bắc Hà).

2.3.3. Phương pháp lấy mẫu đất

Lấy mẫu đất theo TCVN 4046 - 1985 (Đất trồng trọt - Phương pháp lấy mẫu), TCVN 5297 - 1995 (Chất lượng đất - Lấy mẫu - Yêu cầu chung) và TCVN 7538-2:2005 (Chất lượng đất - Lấy mẫu - Hướng dẫn kỹ thuật lấy mẫu).

- Thời gian lấy mẫu: Tháng 5/2014.

- Mẫu đất lấy ở tầng mặt, 0 - 20 cm.

- Các mẫu đất được lấy trên vùng đất đại diện theo quy tắc “đường thẳng góc” hoặc quy tắc “đường dích dắc” nhằm phân bố đều vị trí các mẫu trên vùng đất. Mẫu đất được lấy hỗn hợp tại 5 điểm theo đường chéo của lô hoặc thửa đất, dùng khoan chuyên dụng lấy đất theo toàn bộ chiều dày khoảng độ sâu 0 - 20 cm, trộn đều các mẫu và lấy 1 kg cho vào túi riêng biệt.

2.3.4. Phương pháp phân tích mẫu đất

Mẫu đất được phân tích theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN): pH_{H₂O} và pH_{KCl} (TCVN 6862:2000); hàm lượng chất hữu cơ (OM%) (TCVN 8726:2012); đạm tổng số (N_{ts}) (TCVN 6498:1999); lân tổng số (P₂O₅_{ts}) (TCVN 8940:2011); kali tổng số (K₂O_{ts}) (TCVN 4053:1985); lân dễ tiêu (P₂O₅_{dt}) (TCVN 8942:2011); kali dễ tiêu (K₂O_{dt}) (TCVN 8662:2011); khả năng trao đổi cation (CEC) trong đất (TCVN 8568:2010); Tổng cation kiềm trao đổi TBC (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺) (TCVN 8569:2010), Độ no bazơ (BS%) = (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺) x 100/CEC).

Các mẫu đất được phân tích tại phòng Phân tích trung tâm, viện Thổ nhưỡng Nông hóa. Đây là phòng phân tích đạt chuẩn đạt chuẩn LAS-NN (Phòng Thử

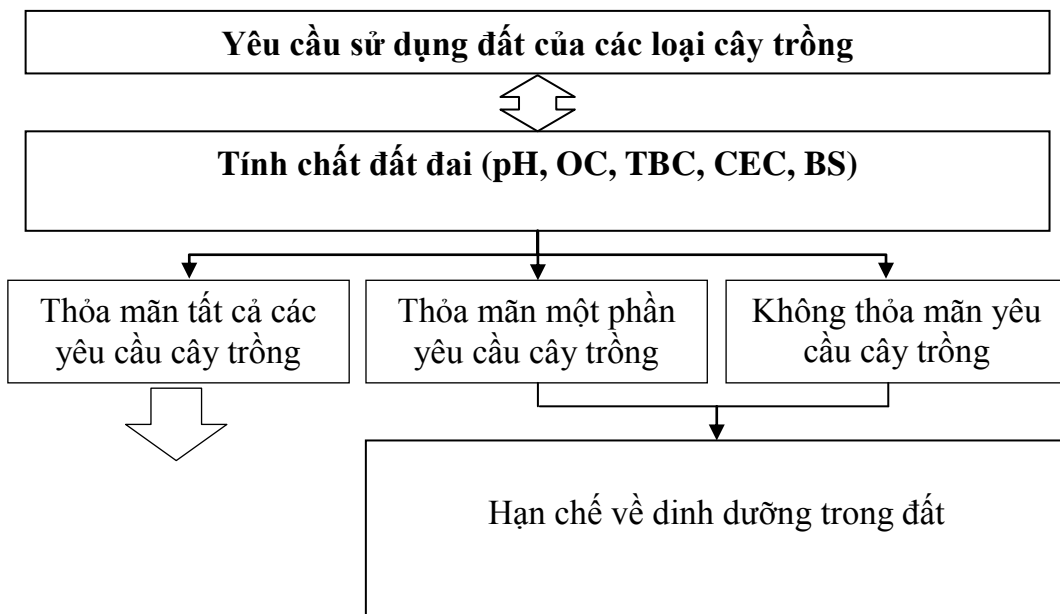
nghiệm ngành Nông nghiệp và Phát triển nông thôn) và VILAS (công nhận phòng thí nghiệm phù hợp theo ISO/IEC 17025:2017).

2.3.5. Phương pháp xác định các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp

2.3.5.1. Phương pháp xác định các yếu tố hạn chế về đất thông qua đánh giá khả năng thích hợp về đặc điểm đất đai đối với rau cải bắp

Thực hiện theo quy trình đánh giá đất đai của FAO (1976) : Trên cơ sở chất lượng đất đai, đối chiếu so sánh với yêu cầu sử dụng của các cây trồng để xác định khả năng thích hợp và không thích hợp của các cây trồng. Những vùng đất ít thích hợp hoặc không thích hợp sẽ được xác định những yếu tố hạn chế chính đến cây năng suất cây trồng.

Đối với phạm vi nghiên cứu, chỉ sử dụng đối chiếu so sánh với yêu cầu sử dụng của cây cải bắp với các yếu tố: pH, OC, TBC, CEC và BS để xác định các hạn chế về tính chất đất.



Hình 2.1. Quy trình xác định yếu tố hạn chế trong đất đối với cây trồng

Một số yêu cầu về tính chất đất của cây cải bắp thể hiện ở bảng 2.1

Bảng 2.1. Một số yêu cầu về tính chất đất của cây cải bắp

Yếu tố	Mức độ hạn chế đối với cây trồng			
	S1	S2	S3	N
pHH ₂ O	> 6,2 , ≤ 7,5	> 5,8, ≤ 8,0	> 5,5, ≤ 8,2	≤ 5,5, > 8,2
OM* (%)	> 2,6	≤ 2,6	Không có	Không có
CEC (meq/100 g đất)	>16	≤ 16	Không có	Không có
TBC (meq/100 g đất)	> 5	2 - 5	< 2	Không có
BS	> 35	20 - 35	< 20	Không có

Nguồn: Sys C.E. *et al.*, 1993, [139]

(Ghi chú: Trong bảng 2.1, OM (%) đã được quy đổi từ OC (%) theo công thức $OM\% = OC\% \times 100/58$)

Trên cơ sở phân cấp mức độ thích hợp đất của FAO, xác định mức độ tác động của từng yếu tố trong đất đối với cây trồng để phân cấp mức độ hạn chế trong đất đối với cây cải bắp.

+ Không hạn chế: Các yếu tố được đánh giá thích hợp ở mức S1 với yêu cầu của cây cải bắp.

+ Hạn chế trung bình: Các yếu tố được đánh giá thích hợp ở mức S2 với yêu cầu của cây cải bắp, hạn chế ở mức độ trung bình có thể khắc phục.

+ Hạn chế nghiêm trọng: Các yếu tố được đánh giá thích hợp ở mức S3 với yêu cầu của cây cải bắp, hạn chế ở mức S3 khó khắc phục.

2.3.5.2. Phương pháp xác định các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất thông qua phân tích lá cải bắp.

- Lấy mẫu lá cải bắp: Lấy các lá trưởng thành khi cây đã kết thúc thời kỳ sinh trưởng sinh dưỡng, bước vào giai đoạn sinh trưởng sinh thực. Lấy lá mới trưởng thành (lá bánh tẻ), đã phát triển đầy đủ, bao gồm toàn bộ lá (phiến lá, gân giữa và cuống lá). Kỹ thuật lấy mẫu lá đảm bảo các yêu cầu: Tính đại diện, không lấy mẫu trên những cây bị sâu bệnh, tránh các cây ven đường, ven lô, không lấy

mẫu những vườn được bón phân hay xử lý các hóa chất nông nghiệp trong 14 ngày, không lấy mẫu lá bị rách, bị hư hỏng,... Các mẫu lá được thu thập từ các ruộng trồng cải bắp ở các thị xã Sa Pa (9 mẫu) và Bắc Hà (18 mẫu) vào vụ đông năm 2016. Mỗi mẫu gồm 20 lá cải bắp được lấy từ 20 cây tại ruộng và cho vào túi giấy, bảo quản lạnh tại hiện trường.

- *Phân tích lá cải bắp* : Các mẫu thu thập được trải ra để làm khô bằng không khí ở nơi râm mát với không khí lưu thông tốt, và được sấy khô ở nhiệt độ $\sim 60^{\circ}\text{C}$ sau đó nghiền nhỏ đến 0,5 mm. Cải bắp đã nghiền ($\sim 0,2\text{ g}$) được công phá trong axit nitric và hydrogen peroxide, sau đó được pha loãng và phân tích cho các chỉ tiêu: Phốt pho (P), kali (K), canxi (Ca), magiê (Mg), natri (Na), Mn, Fe, Cu, Zn và B sử dụng phương pháp khối phổ plasma ghép cảm ứng (inductively coupled plasma-mass spectrometry). Các mẫu được phân tích nitơ (N) và lưu huỳnh (S) bằng máy phân tích khí cháy (El-cube, Elementar Australia Pty Ltd.).

- *Phương pháp xác định các yếu tố hạn chế*: Tiến hành so sánh hàm lượng dinh dưỡng trong lá cải bắp (kết quả phân tích mẫu lá) với các kết quả nghiên cứu về ngưỡng thiếu hụt/dư thừa ở bảng 2.2 để xác định các yếu tố dinh dưỡng hạn chế (thiếu hụt/dư thừa) của cải bắp.

Bảng 2.2. Hàm lượng dinh dưỡng thích hợp trong chất khô của lá cải bắp

Nguyên tố	Đơn vị	Ngưỡng thích hợp	Nguyên tố	Đơn vị	Ngưỡng thích hợp
N	%	3,00 - 5,00	B	ppm	25 - 100
P	%	0,33 - 0,75	Mn	ppm	25 - 200
K	%	2,00 - 5,00	Fe	ppm	30 - 200
S	%	0,30 - 0,75	Cu	ppm	5 - 15
Ca	%	1,10 - 3,50	Zn	ppm	20 - 200
Mg	%	0,25 - 0,80	Mo	ppm	0,3 - 1,0

Nguồn: Reuter và Robinson (1997), Bryson và Mills (2014), [125], [93]

2.3.5.3. Phương pháp xác định các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất thông qua xác định cân bằng dinh dưỡng ở quy mô nông hộ

Cân bằng dinh dưỡng tiến hành ở cấp độ nông hộ và sử dụng công thức tính cân bằng dinh dưỡng một phần của tác giả Cochran, W. G. (1963) và Paul Fixen (2014) [70], [122].

$$PNB = U_H/F$$

Trong đó: U_H là hàm lượng dinh dưỡng của phần thu hoạch của cây trồng; F là lượng (phân) dinh dưỡng bón vào (kg/ha).

Trong điều kiện cụ thể của địa bàn nghiên cứu, áp dụng công thức trên để tính các nguồn đầu ra, đầu vào của cân bằng dinh dưỡng một phần (PNB) như sau :

- Các nguồn đầu vào gồm tất cả các loại phân bón vào (phân hóa học, phân hữu cơ,...) mà hộ nông dân sử dụng.

- Các nguồn đầu ra là lượng chất dinh dưỡng do cây trồng lấy đi theo sản phẩm thu hoạch. Sản phẩm thu hoạch gồm: Bắp, lá già và rế (do rế nông dân không để lại ruộng). Phân tích lượng dinh dưỡng N, P, K trong các sản phẩm thu hoạch theo tiêu chuẩn ngành 10 TCN 451-2001, 10 TCN 453-2001 và 10 TCN 454-2001.

+ Nguồn đầu vào (lượng N, P_2O_5 , K_2O được bón):

Tổng lượng N, P_2O_5 , K_2O được bón trên 1 ha (kg/ha) = tỷ lệ N, P_2O_5 , K_2O trong phân bón/100 x hàm lượng phân bón sử dụng / ha.

Điều tra người dân về hàm lượng và loại phân bón được sử dụng cho cây trồng. Đối với các loại phân thành phẩm: Tính theo hàm lượng dinh dưỡng của nhà sản xuất; đối với các loại phân chuồng, phân ủ, phân người dân tự sản xuất: Lấy mẫu và phân tích hàm lượng dinh dưỡng N, P, K trong phân (theo TCVN 8557 : 2010; TCVN 8559 : 2010 và TCVN 8562 : 2010).

Nguồn đầu ra (lượng N, P_2O_5 , K_2O cây trồng lấy đi theo sản phẩm):

Lượng dinh dưỡng hấp thu và lấy đi trên 1 ha của sản phẩm cây trồng được tính theo công thức:

N, P_2O_5 , K_2O hấp thu/lấy đi (kg/ha) = năng suất tươi (tấn/ha) x tỷ lệ tươi khô (%) / 100 x hàm lượng N, P_2O_5 , K_2O (%) x 1.000 (kg/tấn).

Trong đó :

Năng suất tươi (tấn/ha) = mật độ cây trồng (số cây/ha) ÷ số cây lấy mẫu x khối lượng của mẫu (kg) ÷ (1.000 kg/tấn).

+ *Tính hiệu lực phân bón sử dụng:*

Hiệu quả sử dụng chất dinh dưỡng được tính bằng tỷ lệ giữa lượng dinh dưỡng được bón và lượng dinh dưỡng cây trồng lấy đi. Hiệu quả sử dụng chất dinh dưỡng sẽ cho thấy cách sử dụng phân bón có phù hợp hay không, các hạn chế trong quản lý dinh dưỡng cho cây trồng. Giá trị kết quả Hiệu quả sử dụng chất dinh dưỡng như sau:

+ Nhỏ hơn 100%: Lượng phân bón nhiều hơn mức cây trồng sử dụng và lượng mất đi (tăng chi phí đầu vào, giảm hiệu quả kinh tế, ảnh hưởng đến môi trường).

+ Khoảng 100%: Lượng phân bón phù hợp với lượng cây trồng sử dụng và lượng mất đi

+ Nhiều hơn 100%: Lượng phân bón ít hơn so với lượng cây trồng sử dụng và lượng mất đi (giảm năng suất cây trồng, giảm hiệu quả kinh tế).

Nghiên cứu được thực hiện tại vụ Đông năm 2016, với 7 hộ nông dân, trong đó 4 hộ ở thị xã Sa Pa và 3 hộ tại huyện Bắc Hà.

2.3.6. Phương pháp bố trí thí nghiệm

2.3.6.1. Phương pháp bố trí thí nghiệm xác định lượng vôi phù hợp để khắc phục hạn chế về độ chua của đất

a. Thí nghiệm trong chậu vại:

- Thời gian tiến hành thí nghiệm: Tháng 3/2016.

- Địa điểm tiến hành thí nghiệm: Tại Viện Thổ nhưỡng Nông hóa.

- Vật liệu: Vôi bột $\text{Ca}(\text{OH})_2$

- Chỉ tiêu theo dõi: pH của đất.

- Công thức thí nghiệm: Tiến hành với 7 công thức và 3 lần nhắc lại theo các mức: 0; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 và 4,0 tấn vôi/ha.

- Phương pháp tiến hành thí nghiệm:

+ Lấy mẫu đất tại địa bàn nghiên cứu.

+ Chuẩn bị đất qua rây 2 mm, sau đó được sấy khô, nghiền và sàng đến 1 mm. Cân 500 g đất vào mỗi hộp thí nghiệm. Hộp nhựa và có đục lỗ phía dưới để thấm nước qua. Trộn đều vôi vào đất theo các công thức như trên. Đất được giữ ở mức 70 % độ ẩm đồng ruộng

+ Tạo độ ẩm tối đa đồng ruộng 70 %: Tưới nước ngập tràn trên hộp đất; để cho nước ngấm qua đất trong 48 h; sau đó tính lượng nước trong đất bằng cách cân khối lượng đất tươi và trừ đi khối lượng đất khô qua sấy ở 105 °C khi lượng đất không đổi, đây là độ ẩm đồng ruộng của đất. Lấy 70 % lượng nước này tưới đều lên đất làm thí nghiệm sẽ được đất có độ ẩm đồng ruộng 70 %. Để có thể điều chỉnh độ ẩm đồng ruộng hàng ngày, lấy mẫu xác định độ ẩm để tính lượng nước mất đi và trả lại 70 % độ ẩm đồng ruộng cho đất.

+ Lấy mẫu và đo pH sau 7 ngày và 15 ngày bón vôi.

+ Kết quả của thí nghiệm trong phòng sẽ được tiến hành thử nghiệm ngoài đồng ruộng để kiểm chứng.

b. Thí nghiệm ngoài đồng ruộng:

(i) Trên nền không bổ sung vi lượng:

- Thời gian tiến hành thí nghiệm: Vụ hè 2016 (trái vụ, từ tháng 4 - 7/2016) và vụ đông 2016 (chính vụ, từ 10/2016 - 2/2017).

- Địa điểm tiến hành thí nghiệm: Vụ hè 2016 thực hiện tại phường Ô Quý Hồ, thị xã Sa Pa và xã Tà Chải, huyện Bắc Hà; vụ đông 2016 thực hiện tại xã Sa Pa, thị xã Sa Pa và xã Tà Chải, huyện Bắc Hà.

- Vật liệu: Vôi bột Ca(OH)_2 , đạm urê (46% N), lân supe phosphate (17% P_2O_5), kali clorua (60% K_2O)

Nghiên cứu được tiến hành tại đất trồng rau đáp ứng điều kiện sau: Đất chua, có pH dưới 5,0; Đất chưa sử dụng vôi cho cây trồng; Các vụ trồng cải bắp trước đó không bị bệnh sưng rễ.

- Phương pháp tiến hành thí nghiệm:

* Thiết kế thí nghiệm:

+ Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được thiết kế theo khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh với 6 công thức và 4 lần lặp lại, mỗi ô thí nghiệm có chiều dài 2 m, rộng 1 m.

+ Công thức thí nghiệm: Lượng phân bón nền lấy theo lượng bón phân của người dân tại địa bàn nghiên cứu. Thí nghiệm gồm 6 công thức:

- | | |
|--|---|
| 1. Nền (240 N + 80 P ₂ O ₅ + 120 K ₂ O) kg/ha | 4. Nền + 1,00 tấn Ca(OH) ₂ /ha |
| 2. Nền + 0,25 tấn Ca(OH) ₂ /ha | 5. Nền + 2,00 tấn Ca(OH) ₂ /ha |
| 3. Nền + 0,50 tấn Ca(OH) ₂ /ha | 6. Nền + 4,00 tấn Ca(OH) ₂ /ha |

* Quản lý cây trồng:

- Giống cây trồng: Giống cải bắp KK Cross trong vụ hè thu và giống New Star Cross vụ đông xuân (10/2017 - 2/2018).

- Các biện pháp canh tác: Kỹ thuật bón phân, chăm sóc, bảo vệ thực vật, tưới nước, ... sử dụng như nhau cho tất cả các công thức thí nghiệm. Mật độ cây trồng: 40 cm x 40 cm; Luống trồng cây được lên với chiều cao 20 cm với 30 cm cách giữa các luống. Đất được lên luống và bón vôi 10 - 15 ngày trước khi trồng cây. Phân bón sử dụng như sau:

+ 1 ngày trước khi trồng hoặc bón lót khi trồng: Bón 30% lượng đạm + 100% lượng lân + 40% lượng kali.

+ 10 ngày sau trồng: 30% lượng đạm

+ 30 ngày sau trồng: 30% lượng đạm + 30% lượng kali

+ Cây bắt đầu cuốn bắp: 20% lượng đạm + 30% lượng kali

* Chỉ tiêu theo dõi:

- Lấy mẫu và đo pH (lúc thu hoạch).

- Năng suất sinh khối, năng suất thương phẩm (phần bắp).

(ii) Trên nền bổ sung vi lượng:

- Thời gian tiến hành thí nghiệm: Vụ thu đông 2021 (chính vụ, từ 9/2021 - 12/2021).

- Địa điểm tiến hành thí nghiệm: xã Tà Chải, huyện Bắc Hà.

- Vật liệu: Vôi bột Ca(OH)_2 , đạm urê (46% N), lân supe phosphate (17% P_2O_5), kali clorua (60% K_2O) và các vi lượng: Axit boric (H_3BO_3); đồng (II) clorua dihydrat ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); kẽm sulfate heptahidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) và ammonium heptamolybdate tetrahydrate ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).

- Điều kiện chọn khu thí nghiệm: Tương tự với thí nghiệm trên nền không bổ sung vi lượng.

- Phương pháp tiến hành thí nghiệm:

* Thiết kế thí nghiệm:

+ Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được thiết kế theo khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh 6 công thức, 4 lần lặp lại, mỗi ô thí nghiệm có chiều dài 2,5 m và rộng 2,1 m.

+ Công thức thí nghiệm: Thí nghiệm gồm 6 công thức:

- | | |
|---|---|
| 1. Nền (240 N + 80 P_2O_5 + 120 K_2O) kg/ha+ vi lượng) | 4. Nền + 1,00 tấn Ca(OH)_2 /ha |
| 2. Nền + 0,25 tấn Ca(OH)_2 /ha | 5. Nền + 2,00 tấn Ca(OH)_2 /ha |
| 3. Nền + 0,50 tấn Ca(OH)_2 /ha | 6. Nền + 4,00 tấn Ca(OH)_2 /ha |

Vi lượng: Phun Zn (0,2%) + B (0,2%) + Mo (0,1%) + Cu (0,2%) + Urea (0,5%). Số lần phun vi lượng: 4 lần:

+ Lần 1: Trước khi mang cây con ra ruộng trồng 4 ngày

+ Lần 2: Sau khi trồng 10 ngày

+ Lần 3: Sau khi trồng 25 ngày

+ Lần 4: Sau khi trồng 40 ngày

- Tổng lượng phun: 1.000 lít dung dịch/ha, tương đương khoảng 1.600 ml/ô thí nghiệm.

- Cách phun vi lượng: Đối với cây gần trưởng thành thì phun ở 2 dạng: phun mù trên mặt lá và dưới gốc cây. Đối với cây bé chỉ cần phun ở dạng phun mù trên mặt lá.

- Cách pha vi lượng: Cân chính xác lượng phân vi lượng dạng muối tinh vào 1 cốc đong, đổ nước lọc vào lắc đều cho tan hết, sau đó đổ dung dịch vừa pha vào trong chai có dung tích 1,5 lít. Tiến hành tráng lại cốc đong rồi đổ vào chai (tráng 2 - 3 lượt cho đến khi hết phân trong cốc), đổ thêm nước lọc cho đủ 1,5 lít nước, lắc thêm để đảm bảo muối tan hết. Ngày hôm sau kiểm tra lại xem có dung dịch có bị kết tủa không. Khối lượng cụ thể từng loại: 3g H_3BO_3 + 3g $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ + 1,5g $(NH_4)_6 \cdot Mo_7 \cdot O_{24} \cdot 4H_2O$ + 3g $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ + 7,5 g Urea.

* Quản lý cây trồng:

- Giống cây trồng: Giống New Star Cross.

- Các biện pháp canh tác: Tương tự với thí nghiệm trên nền không bổ sung vi lượng, ở công thức nền (công thức đối chứng) không bón vôi

* Chỉ tiêu theo dõi:

- Lấy mẫu và đo pH (lúc thu hoạch).

- Năng suất sinh khối, năng suất thương phẩm (phần bắp).

2.3.6.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm xác định mức bón đạm phù hợp cho cho cây cải bắp

- Thời gian tiến hành thí nghiệm: Vụ đông năm 2015 (chính vụ, từ tháng 10/2015 - 01/2016).

- Địa điểm tiến hành thí nghiệm: Trại Nghiên cứu và Sản xuất rau, quả Bắc Hà, huyện Bắc Hà, tỉnh Lào Cai.

- Vật liệu: Đạm urê (46% N), lân supe phosphate (17% P_2O_5), kali clorua (60% K_2O), bột đá vôi ($CaCO_3$).

- Phương pháp tiến hành thí nghiệm:

+ Trước khi tiến hành thí nghiệm, đã trồng chay một vụ ngô (không bón phân) và bón bột đá vôi (CaCO_3) để điều chỉnh pH và đảm bảo sự đồng đều của các tính chất đất trong khu thí nghiệm (do tính chất đất của trại Nghiên cứu và Sản xuất rau Bắc Hà không đồng đều).

* Thiết kế thí nghiệm:

+ Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được thiết kế theo khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh với 5 công thức và 4 lần lặp lại. Diện tích các ô là $5,5 \text{ m}^2$ gồm đường bao và kích thước ô (2,3 m x 2,1 m); mỗi ô được chia thành hai luống cây.

+ Công thức thí nghiệm: Thí nghiệm gồm 5 công thức (5 mức bón đạm: 30; 90; 150; 210 và 240 kg N/ha). Mức bón đạm từ 30 kg/ha vì đối với cây rau, phân đạm có tác động lớn đến sự tăng trưởng, do đó việc không bón đạm (mức 0 kg N/ha) sẽ ảnh hưởng đến việc thu hoạch năng suất sau thí nghiệm.

1. Nền ($80 \text{ P}_2\text{O}_5 + 120 \text{ K}_2\text{O}$ kg/ha) + 30 kg N/ha
2. Nền + 90 kg N/ha
3. Nền + 150 kg N/ha
4. Nền + 210 kg N/ha
5. Nền + 240 kg N/ha

* Quản lý cây trồng:

- Giống cây trồng: Giống Grand KK Cross.

- Các biện pháp canh tác: Tương tự các thí nghiệm trên.

* Chỉ tiêu theo dõi:

- Năng suất sinh khối, năng suất thương phẩm (phần bắp).

- Hiệu suất nông học của phân đạm: $A_i \text{ (kg/kgN)} = (Y_i - Y_1)/N_i$ trong đó: Y_i là năng suất cây trồng ở công thức bón phân, Y_1 là năng suất cây trồng ở công thức không bón phân hoặc công thức nền, $N_{\text{fert } i}$ là lượng phân đạm bón vào.

- Hiệu lực lượng đạm bón (%) = $(\text{Năng suất cây } (N_i + 1) - \text{Năng suất cây } (N_i)) / \text{Năng suất cây } (N_i) * 100\%$.

2.3.6.3. Phương pháp bố trí thí nghiệm xác định mức bón lân phù hợp cho cây cải bắp

- Thời gian tiến hành thí nghiệm: Vụ Đông năm 2017 (chính vụ, từ tháng 10/2017 – 02/2018).

- Địa điểm tiến hành thí nghiệm: Thôn Na Khèo, xã Tà Chải, huyện Bắc Hà.

- Vật liệu: Bột đá vôi (CaCO_3), đạm urê (46% N), lân supe phosphate (17% P_2O_5), kali clorua (60% K_2O).

- Phương pháp tiến hành thí nghiệm:

+ Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được thiết kế theo khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh với 5 công thức và 4 lần lặp lại. Diện tích mỗi ô thử nghiệm là $5,25 \text{ m}^2$.

+ Công thức thí nghiệm: Thí nghiệm được thiết kế với 6 mức bón lân: 0; 30; 60; 90; 120 và 150 kg P_2O_5 trên nền bón 2 tấn bột đá vôi (CaCO_3)/ha và không bón vôi. Lượng phân đạm và kali sử dụng cho các công thức trong thí nghiệm là 240 kg N và 120 kg K_2O cho 1 ha.

Thí nghiệm trên nền không bón vôi: Thí nghiệm trên nền bón 2 tấn (CaCO_3)/ha:

- | | |
|---|--|
| 1. Nền (240 N + 120 K_2O kg/ha) | 1. Nền (240 N + 120 K_2O + 2 tấn vôi/ha) |
| 2. Nền + 30 kg/ha P_2O_5 | 2. Nền + 30 kg/ha P_2O_5 |
| 3. Nền + 60 kg/ha P_2O_5 | 3. Nền + 60 kg/ha P_2O_5 |
| 4. Nền + 90 kg/ha g P_2O_5 | 4. Nền + 90 kg/ha P_2O_5 |
| 5. Nền + 120 kg/ha P_2O_5 | 5. Nền + 120 kg/ha P_2O_5 |
| 6. Nền + 150 kg/ha P_2O_5 | 6. Nền + 150 kg/ha P_2O_5 |

* Quản lý cây trồng:

- Giống cây trồng: Giống Grand KK Cross.

- Các biện pháp canh tác: Tương tự các thí nghiệm trên. Đất được lên luống và bón vôi 10 - 15 ngày trước khi trồng cây (đối với thí nghiệm có vôi).

* Chi tiêu theo dõi:

- Năng suất sinh khối, năng suất thương phẩm (phần bắp).

- Hiệu suất nông học của phân lân: A_i (kg/kgN) = $(Y_i - Y_1)/N_i$ trong đó: Y_i là năng suất cây trồng ở công thức bón phân, Y_1 là năng suất cây trồng ở công thức không bón phân hoặc công thức nền, $N_{fert i}$ là lượng phân lân bón vào.

- Hiệu lực lượng lân bón (%) = $(\text{Năng suất cây } (N_i + 1) - \text{Năng suất cây } (N_i)) / \text{Năng suất cây } (N_i) * 100\%$.

2.3.6.4. Phương pháp bố trí thí nghiệm khắc phục hạn chế về vi lượng cho cây cải bắp

- Thời gian tiến hành thí nghiệm: vụ hè năm 2017 (trái vụ, từ tháng 4-7/2017) và vụ Đông 2017 (chính vụ, từ tháng 10/2017 - 02/2018)

- Địa điểm tiến hành thí nghiệm: vụ Hè 2017 tại phường Ô Quý Hồ, thị xã Sa Pa; vụ Đông 2017 tại xã Sa Pả, thị xã Sa Pa và xã Tà Chải, huyện Bắc Hà.

- Vật liệu: Đạm urê (46% N), supe lân (17% P_2O_5), kali clorua (60% K_2O) và các vi lượng: Axit boric (H_3BO_3); đồng (II) clorua dihydrat ($CuCl_2 \cdot 2H_2O$); kẽm sulfate heptahidrat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) và ammonium heptamolybdate tetrahydrate ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$).

- Phương pháp tiến hành thí nghiệm:

* Thiết kế thí nghiệm:

+ Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được thiết kế theo khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh với 6 công thức và 4 lần lặp lại. Kích thước các ô là $16 m^2$ (4 x 4 m) và được chia thành hai luống cây cho mỗi ô. Lượng N, P_2O_5 , K_2O bón là: 240 kg N + 80 kg P_2O_5 + 120 kg K_2O /ha.

+ Công thức thí nghiệm: Thí nghiệm gồm 6 công thức:

1. Đối chứng, phun Urea 0,5%
2. Phun Zn (0,2%) + Urea (0,5%)

3. Phun B (0,2%) + Urea (0,5%)

4. Phun Mo (0,1%) + Urea (0,5%)

5. Phun Cu (0,2%) + Urea (0,5%)

6. Phun Zn (0,2%) + B (0,2%) + Mo (0,1%) + Cu (0,2%) + Urea (0,5%).

- Số lần phun vi lượng: 4 lần: Tương tự thí nghiệm ở mục 2.3.6.1

- Tổng lượng phun, cách phun vi lượng: Tương tự thí nghiệm ở mục 2.3.6.1

- Cách pha vi lượng: Tương tự thí nghiệm ở mục 2.3.6.1 (mỗi loại dùng 1 cốc đong riêng). Khối lượng cụ thể từng loại:

+ H_3BO_3 : 3,0 gam/ 1,5 lít nước lọc

+ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$: 3,0 gam/ 1,5 lít nước lọc

+ $(NH_4)_6 Mo_7 O_{24} \cdot 4H_2O$: 1,5 gam/ 1,5 lít nước lọc

+ $CuCl_2 \cdot 2H_2O$: 3,0 gam/ 1,5 lít nước lọc

+ Urea: 7,5 gam/ 1,5 lít nước lọc

* Quản lý cây trồng:

- Giống cây trồng: Giống New Star Cross.

- Các biện pháp canh tác: Tương tự các thí nghiệm trên.

* Chỉ tiêu theo dõi:

- Kết quả phân tích mẫu lá cải bắp.

- Năng suất sinh khối, năng suất thương phẩm (phần bắp).

2.3.6.5. Phương pháp xây dựng mô hình thử nghiệm

- Thời gian thực hiện: Thực hiện trong 2 vụ: Vụ hè (trái vụ), từ tháng 4 - 7 năm 2018 và Vụ đông (chính vụ), từ tháng 10/2018 - 2 năm 2019.

- Địa điểm thực hiện: Thị trấn Sa Pa, huyện Sa Pa, tỉnh Lào Cai

- Phương pháp thử nghiệm: Các thử nghiệm gồm 2 công thức được bố trí theo phương pháp “On-farm Research” trên ruộng của hộ nông dân [108], không lặp lại.

Diện tích thử nghiệm là 720 m², trong đó ½ diện tích (360 m²) theo quy trình kỹ thuật của hộ gia đình (công thức đối chứng), ½ diện tích còn lại áp dụng theo kết quả nghiên cứu.

- Vật liệu thử nghiệm: Giống cải bắp Grand K.K.cross; phân hữu cơ (Phân gà khô), NPK Lâm Thao 5-10-3, Đạm Ure 46%N và Kali clorua (60% K₂O), Axit boric (H₃BO₃), Vôi bột Ca(OH)₂.

- Kỹ thuật canh tác áp dụng cho các công thức thử nghiệm: Các kỹ thuật như: chọn giống cải bắp, mật độ trồng, kỹ thuật tưới và bảo vệ thực vật thực hiện theo địa phương. Các kỹ thuật bón phân và lượng dinh dưỡng cần bón (phân đa lượng, vôi, vi lượng) theo kết quả từ các thí nghiệm đã thực hiện.

Biện pháp kỹ thuật	Nông dân	Thử nghiệm
Giống	Giống cải bắp Grand K.K.cross	Giống cải bắp Grand K.K.cross
Mật độ	32.000 cây/ha	32.000 cây/ha
Lượng vôi	Không	1.000 kg
Lượng phân bón đa lượng, trung lượng	395 kg N + 190 kg P ₂ O ₅ + 140 kg K ₂ O kg)/ha. (tương đương 3.000 kg phân gà + 1.400 kg NPK 5-10-3 + 600 kg Ure) + 20 kg Kali đỏ/ha)	210 kg N + 120 kg P ₂ O ₅ + 120 kg K ₂ O/ha. (tương đương 3.000 kg phân gà + 730 kg NPK 5- 10-3 + 270 kg Ure) + 20 kg Kali đỏ/ha)
Vi lượng	Không	2 kg axit boric (H ₃ BO ₃)/ha (tương đương 0,35 kg B/ha)

Chỉ tiêu theo dõi:

- Sự thay đổi pH trong đất
- Các chỉ tiêu về sinh trưởng: Chọn ngẫu nhiên 5 cây theo 5 điểm đường chéo góc, 10 ngày theo dõi/ lần

- + Đường kính tán (cm): Dùng thước đo 2 đường vuông góc, chia trung bình.
- + Đường kính bấp (cm): Dùng thước đo 2 đường vuông góc, chia trung bình
- + Tỷ lệ bấp cuốn (%): Số bấp cuốn/tổng số cây x 100
- + Độ chặt bấp: Được tính theo công thức:

$$P = \frac{G}{H \times D^2 \times 0,523}$$

Trong đó: P: độ chặt bấp cuốn

G: khối lượng trung bình bấp (g).

H: Chiều cao bấp (cm) (đo phần tiếp giáp thân ngoài đến đỉnh bấp).

D²: Bình phương của đường kính bấp (cm²)

0,523: Hệ số điều chỉnh.

- Chỉ tiêu về sâu bệnh: Số sâu bệnh/cây (con/cây); số cây bị bệnh (% số cây bị bệnh).
- Chỉ tiêu về năng suất:
 - + Khối lượng trung bình bấp (kg/bấp)
 - + Số cây thực thu/ ô thí nghiệm: Đếm số cây thực tế cho thu hoạch
 - + Năng suất thực thu/ô thí nghiệm: Cân khối lượng cây x bấp thực tế/diện tích mô hình, quy ra tấn/ha.
- Chỉ tiêu về hiệu quả kinh tế:
 - + Tổng chi (tr.đ/ha) = Chi phí vật chất + Công lao động + Các chi phí khác
 - + Tổng thu (tr.đ/ha) = Năng suất thực thu x giá bán
 - + Lãi thuần (tr.đ/ha) = Tổng thu - Tổng chi

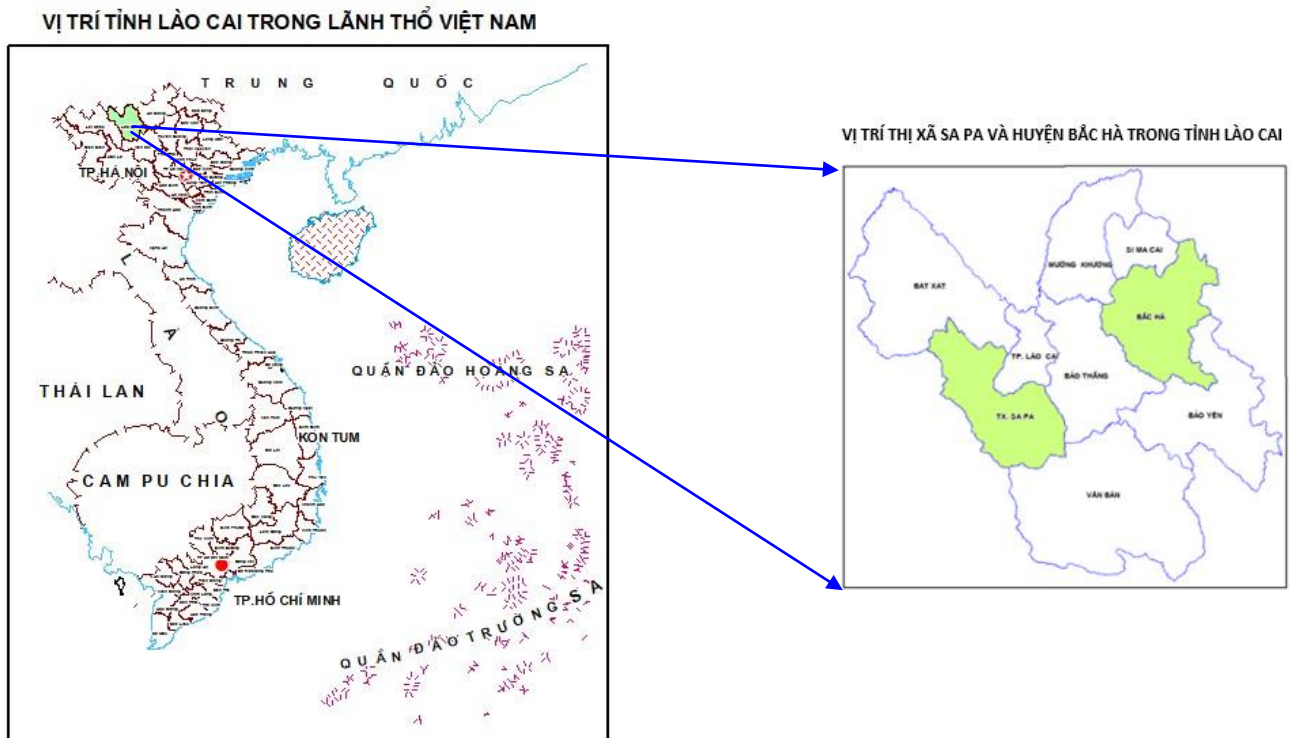
2.3.7. Phương pháp xử lý thống kê

- Sử dụng phương pháp thống kê mô tả Descriptive Statistics.
- Sử dụng phân tích phương sai một yếu tố anova.
- Xử lý thống kê bằng phần mềm Excell, Statistix 8.2 và SPSS.

Chương 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thực trạng sản xuất rau cải bắp vùng nghiên cứu

3.1.1. Đặc điểm vùng nghiên cứu



Hình 3.1. Vị trí tỉnh Lào Cai trên bản đồ Việt Nam (bên trái) và vị trí thị xã Sa Pa và huyện Bắc Hà trong tỉnh Lào Cai (bên phải)

a. Thị xã Sa Pa:

Địa hình của Sa Pa dốc dần theo hướng Tây - Tây Nam đến Tây Bắc; điểm thấp nhất huyện là suối Bơ, cao 400 m trên mực nước biển. Độ cao trung bình toàn huyện là 1.200 - 1.800 m.

Do ảnh hưởng của các yếu tố địa hình, địa mạo phức tạp, bị chia cắt mạnh và với vị trí địa lý đặc biệt nên khí hậu Sa Pa có các đặc trưng cơ bản sau: Nhiệt độ trung bình hàng năm là 15,4 °C, nhiệt độ trung bình từ 18 - 20 °C vào tháng mùa hè, vào các tháng mùa đông 10 - 12 °C. Nhiệt độ xuống thấp nhất từ tháng 2 năm sau, thấp nhất vào tháng 1 là 0 °C (cá biệt có những năm xuống tới -3,2 °C). Độ ẩm

không khí tương đối bình quân hàng năm từ 85 - 90 %. Tổng lượng mưa bình quân hàng năm khoảng 2.762 mm, cao nhất 3.484 mm và phân bố không đều qua các tháng; mưa cũng phụ thuộc vào địa hình từng khu vực, càng lên cao mưa càng lớn. Do địa hình cao, chia cắt phức tạp, phía Tây và Tây Nam được dãy Hoàng Liên Sơn bao bọc, khí hậu Sa Pa có những nét điển hình riêng và phân chia thành hai vùng khí hậu là vùng cao và vùng thấp, tạo nên sự đa dạng về sản xuất nông lâm nghiệp. Khí hậu Sa Pa mát mẻ và trong lành. Tuy nhiên các hiện tượng tuyết rơi, băng giá, mưa đá, sương muối cũng ảnh hưởng tới sản xuất và sinh hoạt của nhân dân.

Sa Pa có mạng lưới sông suối khá dày, bình quân khoảng 0,7 - 1,0 km/km², với hai hệ thống suối chính là hệ thống suối Đum và hệ thống suối Bo, nguồn nước trên địa bàn thị xã có chất lượng tương đối tốt, trữ lượng đủ đáp ứng cho sản xuất và đời sống con người.

Trong những năm qua sản xuất nông nghiệp của huyện Sa Pa đã có nhiều chuyển biến tích cực [41]. Cụ thể:

- Cây lương thực: Tổng diện tích gieo trồng là 5.194 ha, trong đó lúa 3.600 ha, ngô cả năm 1.594 ha; sản lượng lương thực đạt 24.482 tấn.

- Cây rau: Diện tích gieo trồng 1.640 ha rau (vụ Xuân 346 ha, vụ Hè Thu 450 ha và vụ Đông 844 ha), sản lượng đạt 31.200 tấn, trong đó có 350 ha rau chuyên canh an toàn. Doanh thu từ sản xuất rau an toàn đạt 70 tỷ đồng, lợi nhuận đạt bình quân đạt trên 20 tỷ đồng/năm. Sản xuất rau hàng hóa mới chỉ tập trung tại Phường Ô Quý Hồ, Hàm Rồng, Sa Pa, xã Tả Phìn, Ngũ Chỉ Sơn. Một số sản phẩm rau như: Quả su su, rau cải bắp, su hào,... trái vụ đã có thị trường tiêu thụ khá ổn định.

- Cây ăn quả: Tổng diện tích 730 ha, sản lượng đạt trên 1.100 tấn. Hình thành vùng sản xuất cây ăn quả ôn đới tại các xã Trung Chải, Tả Phìn, Mường Hoa, Hoàng Liên, Phường Ô Quý Hồ, phường Sa Pa, phường Hàm Rồng; tại các xã Liên Minh, Bản Hồ, Mường Bo cũng đã hình thành vùng sản xuất các giống cây ăn quả có múi như: Cam sành, cam V2, chanh đào và cây dưa hấu.

- Hoa: Đến nay diện tích hoa 170 ha. Có sự dịch chuyển một phần vùng sản xuất hoa từ phường trung tâm Phan Si Păng, Hàm Rồng, Ô Quý Hồ sang khu vực các xã lân cận như Ngũ Chỉ Sơn, Tả Phìn phát triển các loại hoa có chất lượng như hoa ly, hoa địa lan, cúc.

- Dược liệu: Đến nay diện tích cây dược liệu là 170 ha, trong đó cây atiso 65 ha, cây dược liệu khác 105 ha.

- Cây chè: Duy trì trồng ổn định 41 ha chè (công ty Lợi Sơn Điều là 31 ha, 10 ha của người dân trồng), trong đó 31 ha chè sản xuất ứng dụng công nghệ cao.

b. Huyện Bắc Hà:

Huyện Bắc Hà là một cao nguyên đá vôi gồm nhiều dãy núi nằm kề nhau chạy theo hướng Bắc Nam, đan xen là những lòng chảo nhỏ hẹp, những khe vực, suối, sông làm cho địa hình Bắc Hà trở nên đa dạng phân bố thành 3 vùng khác nhau: Vùng thấp (hạ huyện), có độ cao từ 116 - 600 m, vùng trung có độ cao từ 600 - 1.000 m so với mực nước biển, vùng cao (thượng huyện) có độ cao từ 1.000 m đến 1.800 m so với mực nước biển

Độ dốc trung bình của địa hình là 24° - 28° .

Khí hậu của huyện Bắc Hà chia thành 3 tiểu vùng đặc trưng. Bắc Hà có khí hậu ôn hòa, tạo điều kiện phát triển nhiều loại cây, con, hàng hoá đặc sản, rất thuận lợi cho việc phát triển nông, lâm nghiệp và là thế mạnh cho du lịch, nghỉ mát điều dưỡng: Nhiệt độ trung bình năm 18.7°C , nhiệt độ cao nhất 34°C , thấp nhất 3°C , cá biệt có những năm xuống dưới -1°C . Độ ẩm trung bình 75 - 80 %, cao nhất đến 90%. Lượng mưa trung bình năm từ 1.650 - 1.850 mm. Xuất hiện sương muối và băng giá vào tháng 11, lốc xoáy vào các tháng 3 và tháng 4, gây ảnh hưởng xấu đến sản xuất nông lâm nghiệp, nhất là thời kỳ gieo trồng và thu hoạch.

Bắc Hà nằm trên hệ thống sông Chảy, có sông Chảy là sông chính chảy qua 2 mặt phía Tây Nam của huyện, với chiều dài khoảng 70 km. Ngoài sông Chảy trên địa bàn Huyện còn có 4 hệ thống khe suối nhỏ là ngòi Đô, Thèn Phìn, Nậm Pàng,

Nậm Lú, đều đổ ra sông Chảy. Do độ dốc lớn nên các sông suối thường hay hạn hán vào mùa khô, lũ lụt vào mùa mưa.

Sản xuất nông nghiệp có sự thay đổi tích cực về năng suất, chất lượng nông sản, đem lại hiệu quả kinh tế cao cho người nông dân. Sản xuất nông nghiệp phát triển ổn định và có bước tăng trưởng khá. Giá trị sản xuất đạt trên 3 %/năm; giá trị sản phẩm thu hoạch/ha đất trồng trọt và nuôi trồng thủy sản đạt 60 triệu đồng; tỷ lệ che phủ rừng 41,6 % [40]

- Cây lương thực có hạt: Tổng diện tích là 8.197 ha trong đó, diện tích lúa cả năm là 3.167 ha với 300 ha lúa chất lượng cao, ngô gieo trồng 5.030 ha với diện tích thâm canh là 1.200 ha. Giá trị sản xuất trên 01 ha đất canh tác 55 triệu đồng/ha.

- Rau đậu các loại: Tổng diện tích cả năm là 730 ha. Trong đó, diện tích rau an toàn, rau trái vụ là 220 ha.

- Cây dược liệu: Tổng diện tích đạt 300 ha, tập trung phát triển các loài actisô, đương quy, cát cánh, đan sâm, đẳng sâm,... phân bố tập trung tại các xã Lùng Cải, Tả Van Chư, Na Hối, Lùng Phình.

- Diện tích quế khoảng 9.564 ha, trong đó hơn 4.000 ha đã, đang cho thu hoạch. Tập trung phát triển vùng trồng quế tại các xã hạ huyện, thu hút các doanh nghiệp đầu tư vào chế biến nguyên liệu và tiêu thụ sản phẩm.

- Cây chè: Tổng diện tích 655 ha, chè kinh doanh là 483 ha. Sản lượng cả năm là 3.720 tấn chè búp tươi. Chè khô chế biến cả năm 2020 đạt gần 700 tấn, xuất khẩu đi Châu Âu trên 100 tấn

- Cây ăn quả: Diện tích cây ăn quả là 1.395 ha, sản lượng đạt 4.890 tấn, tăng 956 tấn, trong đó chủ yếu là các cây ăn quả ôn đới như mận Tam Hoa, mận địa phương, lê xanh, lê Tai Nung,...

Dân số ở cả hai huyện tương đương nhau: Sa Pa có dân số trung bình là 67.431 người; Bắc Hà có dân số trung bình là 66.448 người [5]. Ở Sa Pa và Bắc Hà phần lớn là dân tộc H'Mong (~ 50 %), tiếp theo là dân tộc Kinh và Dao, các dân tộc

thiểu số khác là La Chí, Mường, Thái, Hoa, Dáy, Thu Lao, Cao Lan, Pa Dí, Sán Chí, Sa Phó, Khơ Me.

Do lao động nông nghiệp chiếm tỷ lệ lớn nên đa phần sống ở nông thôn. Diện tích gieo trồng ở đây chủ yếu là ruộng một vụ, thời gian dành cho sản xuất nông nghiệp không nhiều, chỉ chiếm một nửa thời gian trong năm. Thời gian nhàn rỗi nhiều, ngoài sản xuất nông nghiệp chưa có một ngành nghề phụ nào. Nhìn chung, lực lượng lao động của Sa Pa và Bắc Hà đều rất dồi dào. Song việc nhận thức và trình độ sản xuất còn thấp chưa đáp ứng được nhu cầu phát triển của xã hội. Lao động vẫn còn mang tính chất thủ công chưa ứng dụng được khoa học kỹ thuật vào sản xuất.

Ở cả Sa Pa và Bắc Hà, công tác quy hoạch phát triển vùng sản xuất rau, đặc biệt trái vụ bước đầu có sự quan tâm, chỉ đạo và sự vào cuộc của các cấp chính quyền địa phương từ cấp huyện đến cấp xã, đã hình thành được một số mô hình kinh tế hợp tác. Trên địa bàn đã có sự liên kết trong sản xuất thông qua các tổ nhóm và HTX, hình thành một số mô hình sản xuất rau ứng dụng công nghệ cao. Nhu cầu tiêu dùng rau chất lượng cao, đặc biệt rau trái vụ, rau bản địa ngày càng cao ở thị trường lớn như Hà Nội và các tỉnh lân cận, có các hình thức tổ chức sản xuất hộ nông dân, trạm nghiên cứu và phát triển cây ôn đới, các tổ hợp tác, các HTX nhưng hình thức tổ chức kinh tế nông hộ là hình thức chủ đạo nên việc sản xuất và tiêu thụ còn mang tính tự phát, chưa có quy hoạch chung.

Những thuận lợi và khó khăn về điều kiện tự nhiên, KTXH vùng nghiên cứu đối với sản xuất rau:

- *Thuận lợi:*

+ Khí hậu ôn hòa, mát mẻ tạo điều kiện phát triển nhiều loại cây trồng, trong đó có cải bắp và rau bản địa, đặc biệt cho rất thuận lợi trồng cải bắp trái vụ. Trong khi tại những vùng thấp hơn chỉ có thể sản xuất được rau chính vụ. Điều này cho thấy tiềm năng lớn trong phát triển cải bắp trái vụ tại Sa Pa và Bắc Hà.

+ Là thế mạnh cho du lịch, nghỉ mát điều dưỡng kéo theo sức tiêu thụ rau ngày càng lớn.

+ Công tác quy hoạch phát triển vùng sản xuất rau, đặc biệt trái vụ có sự quan tâm, chỉ đạo của các cấp chính quyền.

+ Lực lượng lao động dồi dào, đáp ứng được nhân lực khi mở rộng sản xuất.

- *Khó khăn, hạn chế:*

+ Độ dốc lớn dễ gây xói mòn đất, nếu không có biện pháp bảo vệ sẽ làm rửa trôi các chất dinh dưỡng, ảnh hưởng đến canh tác rau. Ngoài ra, điều kiện địa hình đồi núi chia cắt ảnh hưởng không nhỏ tới quá trình canh tác, vận chuyển thương phẩm và mở rộng sản xuất.

+ Sương mù thường xuất hiện phổ biến trong năm, đặc biệt vào mùa đông một số nơi có mức độ rất dày. Trong các đợt rét đậm, ở những vùng núi cao và thung lũng kín gió còn có cả sương muối, băng giá, tuyết làm ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cây trồng.

+ Nguồn nước hạn chế và người dân không chủ động được lượng tưới tiêu cũng gây cản trở trong quá trình sản xuất.

+ Dân số ở cả hai huyện phần lớn là dân tộc H'Mong, việc nhận thức và trình độ sản xuất còn thấp chưa đáp ứng được nhu cầu phát triển của xã hội. Lao động vẫn còn mang tính chất thủ công chưa ứng dụng được khoa học kỹ thuật vào sản xuất; chưa mạnh dạn trong việc thay đổi tập quán canh tác, gây cản trở lớn trong công cuộc đầu tư sản xuất công nghệ cao trên địa bàn.

+ Diện tích rau được đầu tư công nghệ cao chiếm tỉ lệ thấp chưa tương xứng với tiềm năng của vùng. Nguyên nhân là do mối liên hệ giữa nhà nước, nhà doanh nghiệp, nhà khoa học và người nông dân chưa chặt chẽ.

3.1.2. Thực trạng sản xuất rau và các biện pháp canh tác cây cải bắp vùng nghiên cứu

(1). Về diện tích, sản lượng:

Kết quả điều tra nông hộ năm 2014 cho thấy cây rau tại thị xã Sa Pa và huyện Bắc Hà được trồng trong 03 cơ cấu gồm: lúa (ngô) - rau, cây ăn quả - rau và chuyên rau.

Khí hậu Sa Pa thuận lợi cho việc canh tác các loại cây trái vụ như rau và hoa quả. Năm 2013, tổng diện tích rau chính vụ của Sa Pa là 1.145 ha, trái vụ là 275 ha. Cải bắp và tất cả các loại cải là loại rau phổ biến nhất được trồng trong cả hai vụ, với tổng diện tích khoảng 50% tổng diện tích trồng rau. Su su cũng thường được trồng trái vụ. Tổng sản lượng rau chính vụ năm 2013 là 23.800 tấn. Vụ đông xuân, diện tích trồng cải bắp cao gấp đôi so với vụ hè thu.

Cũng giống như Sa Pa, cây rau ở Bắc Hà cũng được chú trọng và ngày càng mở rộng diện tích. Tuy nhiên, ở Bắc Hà, trong hệ thống rau - cây ăn quả ôn đới được nông dân đầu tư chủ yếu vào cây ăn quả chứ không phải cho rau như ở Sa Pa. Tại huyện Bắc Hà, cải bắp xòe là loại rau địa phương, được trồng nhiều nhất tại các hộ có hệ thống canh tác rau - quả ôn đới, rau - rau. So với Sa Pa, sản xuất rau ở Bắc Hà kém hơn hẳn cả về diện tích, năng suất và sản lượng. Bắc Hà có diện tích trồng rau là 708 ha với sản lượng 6.252 tấn.

Về sản lượng, song song với su su, cải bắp có sản lượng thu hoạch cao nhất trong các loại rau. Năng suất cải bắp đạt khoảng 1 tấn/sào trong vụ chính và khoảng 0,85 tấn/sào vào trái vụ. Như vậy, năng suất cải bắp trung bình đạt 23,6 - 27, 8 tấn/ha, thấp hơn nhiều so với tiềm năng của giống (40 tấn/ha). Năng suất cải bắp khác biệt khá rõ rệt giữa các hệ thống canh tác: Hệ thống rau - rau có năng suất cao nhất và hệ thống rau - cây ăn quả ôn đới có năng suất thấp hơn hẳn. Trong khi đó, năng suất su su khoảng 1,5 tấn/sào và không có sự khác biệt đáng kể giữa hệ thống. (Bảng 3.1)

Bảng 3.1: Năng suất rau trong các hệ thống canh tác khác nhau (kg/sào)

Các loại rau	Lúa-rau	Rau-quả ôn đới	Rau-rau	Trung bình
Cải bắp chính vụ	1.067,6 (87,6)	850,7 (85,2)	1.090,2 (142,2)	1.017,9 (60,6)
Cải bắp trái vụ	655,7 (73,1)	825,2 (79,0)	938,7 (120,6)	851,9 (67,3)
Cải mèo	352,8 (74,8)	296,7 (81,6)	434,2 (91,4)	371,7 (48,8)
Su hào	514,3 (81,1)	503,0 (80,8)	608,4 (117,2)	568,0 (76,9)
Su su		1.454,8 (302,4)	1.577,1 (79,4)	1.534,3 (113,4)
Cải bắp xòe	384,0	395,8 (261,7)	711,8 (209,9)	612,3 (158,4)

Ghi chú: Số liệu trong ngoặc đơn là sai số tiêu chuẩn

Nguồn: Số liệu điều tra các hộ nông dân (2014)

Cải bắp là loại rau phổ biến nhất trong tất cả các hệ thống canh tác rau vì: Cải bắp tương đối dễ trồng và dễ bán, và nếu không bán hết sản phẩm, có thể được sử dụng cho chăn nuôi. Một lý do quan trọng nữa là do chính quyền địa phương hỗ trợ mua giống cải bắp.

Các loại rau cạnh tranh chính với cải bắp chính vụ là su hào (ở Sa Pa), cải xoong (ở Bắc Hà), và cải (ở cả hai huyện). Đa số nông dân ở hệ thống canh tác rau - lúa trồng cải bắp chính vụ sau khi thu hoạch lúa. Ngược lại, nông dân hệ thống rau - rau tập trung nhiều hơn vào sản xuất cải bắp trái vụ. Tuy nhiên không phải nông dân nào cũng có thể trồng rau trái vụ, chỉ những người có kinh nghiệm, có điều kiện mới sản xuất được.

(2). *Thực trạng sử dụng phân bón:*

Kết quả điều tra về tình hình sử dụng phân bón được thể hiện ở bảng 3.2

Bảng 3.2. Kết quả điều tra nông dân về sử dụng phân bón

STT	Chỉ tiêu	Tiêu chí đánh giá	Số hộ (hộ)	Tỷ lệ (%)	
1	Phân chuồng	Không bón	8	8,33	
		Mức thấp (< 20 tấn/ha)	65	67,71	
		Mức trung bình (20 - 30 tấn/ha)	17	17,71	
		Mức cao (> 30 tấn/ha)	6	6,25	
2	Đạm	Liều lượng	Mức thấp (< 190 kgN/ha)	4	4,17
		Mức trung bình (190 - 240 kgN/ha)	34	35,42	
		Mức cao (> 240 kgN/ha)	58	60,42	
	Loại phân	Đạm Ure Hà Bắc	54	56,25	
		Đạm Trung Quốc	31	32,29	
		Khác	11	11,46	
3	Lân	Liều lượng	Mức thấp (< 80 kg P ₂ O ₅ /ha)	24	25,00
		Mức trung bình (80-150 kg P ₂ O ₅ /ha)	51	53,13	
		Mức cao (> 150 kg P ₂ O ₅ /ha)	21	21,88	
4	Kali	Liều lượng	Mức thấp (< 100 K ₂ O/ha)	22	22,92
		Mức trung bình (100 - 230 K ₂ O/ha)	64	66,67	
		Mức cao (> 230 K ₂ O/ha)	10	10,42	
5	Vôi bột	Có bón	10	10,42	
		Không bón	86	89,58	
6	Vi lượng	Có bón	7	7,29	
		Không bón	89	92,71	

Nguồn: Số liệu điều tra các hộ nông dân (2014)

Kết quả bảng 3.2 cho thấy:

- *Sử dụng phân chuồng*: Có 91,67 % số hộ sử dụng phân chuồng trong canh tác rau cải bắp. Hầu hết các hộ sản xuất rau tại hai huyện chủ động được nguồn phân hữu cơ cho canh tác rau, chỉ một số ít phải đi mua phân gà. Hầu hết các hộ điều tra (67,71 %) đều sử dụng phân chuồng thấp hơn mức yêu cầu tối thiểu so với mức khuyến cáo theo các nghiên cứu đã có (bảng 1.10). Các hộ nông dân chủ yếu sử dụng phân chưa hoai mục, phân tươi, hoặc sử dụng nước rửa chuồng, nước dãi để tưới trực tiếp cho rau mà không ủ hoai mục. Có 32,2 % số hộ được điều tra sử dụng phân tươi hoặc phân chưa hoai mục trong canh tác rau.

- *Sử dụng phân đạm*: Có 56,25 % hộ điều tra sử dụng đạm urê Hà Bắc; 32,29 % hộ điều tra sử dụng đạm Trung Quốc và 11,46 % hộ điều tra sử dụng các loại phân đạm khác (Đạm hạt vàng Đầu trâu,...). Ngoài lượng đạm trong phân đơn, các hộ còn sử dụng NPK để bón cho rau. Kết quả tổng hợp cho thấy: Đa số các hộ (60,42 %) đều bón ở mức cao so với mức khuyến cáo theo các nghiên cứu đã có (bảng 1.10); chỉ 4,17 % bón ở mức thấp (< 190 kg N/ha) và 35,42 % số hộ điều tra bón ở mức trung bình (190 - 240 kg N/ha).

- *Sử dụng phân lân*: Có 53,13 % các hộ được điều tra bón ở mức 80-150 kg P_2O_5 /ha và 21,88 % các hộ điều tra bón ở mức > 150 kg P_2O_5 /ha; chỉ 25,00 % các hộ điều tra bón lân ở mức thấp (dưới 80 kg P_2O_5 /ha).

- *Sử dụng phân kali*: Có 66,67 % các hộ điều tra bón ở mức trung bình (100 - 230 K_2O /ha); 10,42 % các hộ điều tra bón ở mức cao (trên 230 kg K_2O /ha) và 22,92 % các hộ điều tra bón ở mức thấp, dưới 100 kg K_2O /ha (dựa theo khuyến cáo theo các nghiên cứu đã có (bảng 1.10). Nhiều hộ không sử dụng phân kali đơn mà chủ yếu lượng kali trong phân NPK.

Thực tế điều tra cho thấy việc sử dụng phân bón đa lượng của các hộ nông dân hầu hết là chưa có cơ sở khoa học, lượng phân bón cũng có chênh lệch rất lớn giữa các hộ trong cùng một thôn. Nhiều hộ sử dụng lượng phân N quá lớn gây lãng phí và ảnh hưởng đến nồng độ nitrat trong sản phẩm. Các hộ ở Sa Pa sử dụng lượng

phân bón nhiều hơn so với các hộ ở Bắc Hà, thậm chí một số ít hộ dân (người Mông) ở Bắc Hà chỉ bón phân đạm và phân chuồng cho cây cải bắp, không bón lân và kali. Việc sử dụng lượng phân bón quá thấp so với nhu cầu của cây trồng làm giảm năng suất cũng như chất lượng sản phẩm. Phần lớn các hộ sử dụng phân NPK Lâm Thao 5:10:3:8S, trong số 85/96 hộ bón NPK thì chỉ có 6/85 hộ (chiếm 7,60 %) sử dụng phân NPK Bình Điền 13:13:13. Không có sự khác biệt lớn về lượng đầu vào áp dụng cho cải bắp vụ chính và trái vụ, ngoại trừ mật độ cây trồng trong vụ chính cao hơn một chút so với vụ trái; và thuốc bảo vệ thực vật áp dụng trong vụ trái vụ gấp đôi so với trong vụ chính. Nói chung, cơ cấu chuyên rau áp dụng số lượng đầu vào cao hơn 2 cơ cấu còn lại (rau - lúa, rau - cây ăn quả) khác.

- *Sử dụng vôi*: Hầu hết các hộ không dùng vôi bón cho cải bắp. Có 10/96 hộ điều tra, chiếm 10,43 % dùng vôi để bón với mục đích phòng trừ bệnh trong đất trồng cải bắp. Còn lại phần lớn (86/96, chiếm 89,58 %) các hộ điều tra không sử dụng vôi trong canh tác cải bắp.

- *Sử dụng phân vi lượng*: Số liệu điều tra cho thấy hầu hết các hộ được điều tra chưa bón vi lượng trong canh tác cải bắp (chiếm 92,74 % số hộ điều tra). Trong số 7 hộ có sử dụng phân vi lượng, có 6 hộ sử dụng thông qua phân NPK có chứa vi lượng (phân NPK Bình Điền 13 :13 :13 và phân Đầu Trâu Bình Điền 502), chỉ có 1 hộ phun phân vi lượng. Mặc dù một số nông hộ có sử dụng vi lượng cho cây cải bắp nhưng chưa có kết quả đánh giá cụ thể. Tuy nhiên, kết quả điều tra trên một số hộ (quan sát trên diện tích nhỏ) cho thấy vườn cải bắp được sử dụng phân vi lượng có năng suất cao hơn vườn cải bắp không sử dụng vi lượng.

(3). *Thực trạng sử dụng thuốc BVTV:*

Đối với việc sử dụng thuốc BVTV: Người dân có thói quen sử dụng thuốc trừ sâu hóa học để diệt trừ sâu, bệnh nhanh và khi sử dụng xong phải có hiệu quả ngay, vì thế thường họ sử dụng những thuốc hóa học có độ độc cao. Nồng độ sử dụng ngày càng tăng lên để chống lại sâu bệnh xuất hiện ngày càng nhiều. Các chủng loại thuốc BVTV được sử dụng trên cải bắp chủ yếu gồm các loại thuốc sau

(Bảng 3.3): Nhóm thuốc trừ sâu sinh học: Defin, BT; thuốc trừ sâu hoá học: Sherpa, Sumicidin, Comite; thuốc trừ bệnh: Valicidin, Penicillin, Streptomycin; thuốc trị bệnh cải bắp Nebijin 0,3 DP.

Bảng 3.3. Thực trạng sử dụng thuốc BVTV trên cải bắp tại Sa Pa và Bắc Hà

STT	Đối tượng dịch hại	Thuốc/cách thức sử dụng	Số hộ SD	Tỷ lệ (%)
I Thuốc trừ sâu				
1	Sâu xanh, sâu khoang	Wavotox	18	18,75
		Defin	12	12,50
		Không nhớ	57	59,38
		Bắt tay	9	9,38
2	Sâu cắn thân lá	BT	11	11,46
		Wavotox	19	19,79
		Không nhớ	57	59,38
		Bắt tay	9	9,38
3	Rệp, bọ nhảy	Sherpa 25EC	7	7,29
		Comite 73EC	12	12,50
		Sumicidin 10EC	8	8,33
		Không nhớ	69	71,88
II Thuốc trừ bệnh				
4	Thối nhũn, lở cổ rễ, sung rế,...	Valicidin	14	14,58
		Penicillin	5	5,21
		Streptomycin	4	4,17
		Nebijin 0,3DP	19	19,79
		Không nhớ	54	56,25

Để giải quyết vấn đề dịch hại/dịch bệnh, phần lớn nông dân sử dụng thuốc trừ sâu, ngoài ra người dân còn sử dụng phương pháp thủ công (nhặt sâu bệnh, loại bỏ những cây bị sâu bệnh phá hoại).

(4). Thực trạng sử dụng nguồn nước tưới:

- Về nguồn nước tưới: Có 52,2 % hộ sử dụng nước suối, kênh mương, 43,3 % các hộ sử dụng nguồn nước tự nhiên ao, hồ, chỉ có 4,5 % số hộ dùng nước thải sinh hoạt làm nước tưới cho rau. Vì hầu hết các hộ sử dụng nguồn nước tự nhiên nên vào mùa khô không chủ động được nguồn nước tưới. Có khoảng 50% số hộ thiếu nước từ 1 đến 2 tháng trong năm.

- Về chất lượng nước: Theo đánh giá cảm quan của nông hộ, đa số đều đảm bảo. Tuy nhiên, có 3 hộ có hiện tượng nước bị đục; đặc biệt có một hộ sử dụng nước ở đầu nguồn xả rác để tưới cho rau.

- Cách tưới: 37,8% hộ tưới rãnh, 45,6% hộ tưới gốc và có 2,2% hộ tưới phun. 14,4% hộ có kết hợp vừa tưới rãnh, vừa tưới gốc cho cây. Như vậy đa số các hộ đều chọn phương pháp tưới gốc, đây là phương pháp tưới phổ biến, tiết kiệm được nước nhưng phải tốn công lao động.

Hầu hết các hộ đều kết hợp tưới nước vào những lần bón phân đạm, có 2 cách: (1) Hoà một lượng đạm vào nước rồi tưới cho rau. Cách này thường được người dân áp dụng cho cây con, cây trong vườn ươm hoặc các cây mới trồng; (2). Tiến hành rắc đạm trực tiếp lên mặt luống rau rồi dùng gáo tưới nước từ rãnh lên bề mặt luống cho đạm tan hết đồng thời đảm bảo độ ẩm cho rau phát triển. Đây là biện pháp sử dụng trong suốt thời kỳ sinh trưởng của cây cho tới khi thu hoạch.

(5). Các kỹ thuật canh tác khác:

Hầu hết các hộ đều làm luống (cao 20 - 30 cm) khi trồng rau, không dùng màng che phủ, chỉ một số rất ít hộ dùng trấu hoặc cỏ để che phủ đất.

Đối với cơ cấu chuyên rau và rau - cây ăn quả hầu như không có thời gian nghỉ giữa các vụ, trên một thửa đất các hộ trồng rất nhiều loại rau tùy theo mùa vụ.

Đối với cơ cấu rau - lúa, thời gian nghỉ giữa vụ khoảng 10 - 15 ngày sau khi gặt lúa.

Có 32,2 % số hộ nông dân trong vùng thực hiện canh tác theo hướng dẫn của cán bộ khuyến nông, hợp tác xã; 42,2 % nông dân sử dụng kỹ thuật canh tác theo kiến thức và kinh nghiệm của gia đình; 18,9 % số hộ canh tác theo người xung quanh (hàng xóm, họ hàng,...) và 6,7 % canh tác phụ thuộc vào thời gian và điều kiện kinh tế của gia đình, nhóm này thuộc người dân tộc thiểu số.

Các hộ nông dân được điều tra đều cho rằng cải bắp đem lại lợi ích sinh kế. Đa phần các hộ nông dân ý thức được tầm quan trọng của việc sản xuất rau nói chung và cải bắp nói riêng trong việc cải thiện kinh tế hộ gia đình. Trong hầu hết nhóm được điều tra và thảo luận tại huyện Sa Pa, nông dân khẳng định họ có diện tích tiềm năng để sản xuất rau, bằng cách sử dụng đất bỏ hoang, hoặc thay thế lúa/các loại cây trồng khác (như hoa hồng) hoặc trồng rau sau vụ lúa, đặc biệt là vào mùa chính.

(6). Kết quả quan sát các triệu chứng trên cải bắp:

Thiếu hụt hay dư thừa bất cứ yếu tố dinh dưỡng nào có thể biểu hiện qua những triệu chứng ở lá. Để có cơ sở chẩn đoán về tình hình dinh dưỡng của cây cải bắp, trong quá trình điều tra nông hộ năm 2014, đã tiến hành khảo sát vườn cải bắp của 96 hộ điều tra và quan sát các triệu chứng dinh dưỡng trên cải bắp. Ngoài ra, việc quan sát được tiến hành thêm vào năm 2015 và năm 2016. Kết quả cho thấy một loạt các triệu chứng hạn chế chất dinh dưỡng khác nhau đã được quan sát thấy trên cây trồng nói chung và cây cải bắp nói riêng (ngoài cải bắp, các hộ gia đình còn trồng thêm nhiều loại cây khác nhau). Có sự khác biệt đáng kể giữa các loại cây trồng cả về mức độ và biểu hiện trực quan của các triệu chứng dinh dưỡng. Một số triệu chứng điển hình như: Nhiều ruộng ngô có biểu hiện thiếu Zn (lá non có sọc màu vàng), nhiều vườn cải bắp (và cả su hào) có biểu hiện mạnh với sự thiếu hụt B (lá cải bắp biến dạng, màu lá sáng, bắp lỏng, ruột cây nhiều nước, rỗng; su hào nứt củ,...) , có một số ít vườn cải bắp biểu hiện thiếu Mg (gân lá vàng, lá nhỏ giòn lúc sắp thu hoạch,...) và thiếu hụt Cu (lá không tròn, gân lá trắng, bắp lỏng, lá xuất hiện

những đám màu vàng nhạt). Ngoài ra một số vườn cải bắp có lá xanh thẫm, dày, nhiều lá (có thể có triệu chứng thừa N).

Chẩn đoán dư thừa/thiếu hụt dinh dưỡng chỉ dựa trên các triệu chứng hình ảnh không hẳn đáng tin cậy vì các triệu chứng không phải lúc nào cũng hiển thị. Hơn nữa, biểu hiện thiếu không chỉ của một yếu tố dinh dưỡng và khó phân định với biểu hiện cây trồng bị ảnh hưởng của sâu, bệnh hại, thuốc trừ cỏ hay tác động của các yếu tố khác ngoài dinh dưỡng [60]. Tuy nhiên, đây là cơ sở ban đầu để tiến hành các nghiên cứu tiếp theo trong việc xác định các hạn chế về đất và dinh dưỡng cho cây cải bắp. Để có kết luận rõ ràng hơn, rất cần thiết phải áp dụng thêm phương pháp chẩn đoán bằng việc phân tích mẫu lá cải bắp. Sử dụng nguồn dữ liệu này, cùng với kết quả phân tích lá cải bắp, có thể biết được khả năng cung cấp các chất dinh dưỡng của đất cho nhu cầu của cây trồng [136].

(7). Xác định các hạn chế trong sản xuất rau cải bắp:

Vấn đề nghiêm trọng nhất đối với tất cả các loại cây trồng là sâu bệnh. Một ví dụ điển hình là bệnh sung rể ở cải bắp chưa có phương pháp trị bệnh hiệu quả. Bệnh phổ biến hơn ở Sa Pa, đặc biệt là trong các thửa ruộng được trồng cải bắp từ nhiều hơn 3 vụ trồng liên tiếp.

Sâu bệnh, đất đai, kỹ thuật bón phân phù hợp và thị trường là những vấn đề chính mà nông dân trồng rau ở Sa Pa và Bắc Hà phải đối mặt.

Chất lượng hạt giống và sự có sẵn hạt giống tại địa phương cũng là một vấn đề đối với nông dân. Ở Bắc Hà, mưa lớn trong mùa hè là một hạn chế cho sản xuất rau trái vụ. Giao thông kém cũng hạn chế nông dân trong việc mở rộng sản xuất rau ở các thửa ruộng cách xa đường chính.

Để xác định cụ thể hơn về các hạn chế chủ yếu và cần ưu tiên giải quyết, tiến hành khảo sát để xếp hạng các hạn chế, khó khăn trong sản xuất cải bắp của 96 hộ được điều tra (57 hộ tại Sa Pa và 39 hộ tại Bắc Hà). Kết quả thể hiện ở bảng 3.4 và bảng 3.5

Bảng 3.4 : Xếp hạng các hạn chế, khó khăn trong sản xuất cải bắp của các hộ nông dân thị xã Sa Pa

TT	Các vấn đề hạn chế, khó khăn	Đánh giá	Xếp hạng
1	Rau nhiều bệnh (thối nhũn, sung rữa,...)	79	1
2	Sâu hại rau (sâu, rệp,...)	65	2
3	Thời tiết khắc nghiệt (mưa đá, lũ,...)	57	3
4	Xói mòn, rửa trôi đất	55	4
5	Không biết cách cải tạo đất	47	5
6	Kỹ thuật sử dụng bón phân, canh tác hạn chế	40	6
7	Khó khăn trong tiêu thụ rau	38	7
8	Bón nhiều phân nên đầu tư tốn kém	37	8
9	Nguồn phân chuồng ít, phải mua xa	36	9
10	Thiếu nước tưới vào mùa khô	30	10
11	Dùng phân chuồng chưa đúng cách (phân tươi)	28	11
12	Chất lượng phân khoáng thấp	21	12
13	Thiếu phân bón (phân khoáng)	20	13
14	Giá vôi đất	17	14
	Tổng	570	

Bảng 3.5: Xếp hạng các hạn chế, khó khăn trong sản xuất cải bắp của các hộ nông dân huyện Bắc Hà

TT	Các vấn đề hạn chế, khó khăn	Đánh giá	Xếp hạng
1	Tiêu thụ rau bắp bênh, giá bán thấp	43	1
2	Rau nhiều bệnh (thối nhũn, sưng rễ,...)	36	2
3	Thời tiết (mưa lớn ảnh hưởng đến sản xuất trái vụ)	33	3
4	Chưa biết bón phân cân đối	30	4
5	Trồng rau trái vụ khó, năng suất thấp	27	6
6	Giống rau đắt và không đảm bảo chất lượng	25	7
7	Khó khăn trong làm đất (tốn nhiều công)	23	5
8	Giá phân bón đắt	21	8
9	Thiếu nước tưới vào mùa khô	19	9
10	Dùng phân chuồng chưa hợp vệ sinh (phân tươi)	18	10
11	Không biết cách cải tạo đất	13	11
12	Thiếu phân chuồng	12	12
	Tổng	390	

Kết quả thể hiện ở bảng 3.4 và bảng 3.5 cho thấy các khó khăn cần ưu tiên của người dân bao gồm:

- + Rau nhiều bệnh (thối nhũn, sưng rễ,...),
- + Tiêu thụ rau bắp bênh, giá bán thấp,
- + Thời tiết khắc nghiệt, xói mòn, rửa trôi đất,
- + Thiếu kỹ thuật canh tác, kỹ thuật bón phân,

+ Đầu tư phân bón nhiều trong khi giá bán cải bắp bệnh và giá phân bón đất làm ảnh hưởng đến hiệu quả sản xuất rau,

+ Giống rau đất và không đảm bảo chất lượng.

Như vậy, các hạn chế và khó khăn cần ưu tiên cần giải quyết gồm:

- Rau nhiều bệnh (thối nhũn, sung rữa,...): Phải thay đổi kỹ thuật canh tác, luân canh cây trồng. Việc xuất hiện nhiều sâu, bệnh cũng có nguyên nhân từ đất vì nguồn bệnh tích lũy trong đất, bón vôi xử lý đất trước khi trồng là một trong những biện pháp cần thực hiện, nhưng hầu hết nông dân vùng nghiên cứu không sử dụng vôi trong canh tác cải bắp. Hơn nữa đất chua là điều kiện thuận lợi cho nấm *Plasmodiophora brassicae* - loại nấm sung gây bệnh rữa cải bắp phát triển mạnh. Do đó, đây cũng là một trong những hạn chế về đất trồng (đất chua).

- Tiêu thụ rau bắp bệnh, giá bán thấp: Kết quả nghiên cứu cho thấy các loại rau từ Sa Pa và Bắc Hà đều được đánh giá cao về chất lượng, độ ngon, độ an toàn và hàm lượng dinh dưỡng, giá bán luôn cao hơn các sản phẩm cùng loại đến từ các địa phương khác. Cải bắp là một trong các loại rau có nhu cầu tiêu thụ cao. Đặc biệt, cải bắp trái vụ có sức tiêu thụ lớn và giá bán cao. Tuy nhiên, mẫu mã không đẹp và tươi ngon như rau được sản xuất tại vùng Đồng bằng sông Hồng [12]. Thực tế, không phải giá bán cải bắp tại địa bàn nghiên cứu thấp hơn so với các địa phương khác, mà giá thấp so với đầu tư nên chưa hiệu quả. Muốn vậy, cần phải cải thiện điều kiện bảo quản cải bắp, đầu tư nghiên cứu kỹ thuật canh tác, kỹ thuật bón phân nhằm tăng năng suất rau, đặc biệt rau trái vụ, xây dựng mối liên kết giữa người sản xuất, nhà phân phối và người tiêu dùng đồng thời duy trì chất lượng và độ an toàn của sản phẩm. Việc bón sử dụng phân bón không hợp lý đặc biệt là phân đạm không những đẩy chi phí sản xuất lên cao mà còn làm giảm khả năng bảo quản và vận chuyển của sản phẩm. Do đó, để nâng cao hiệu quả kinh tế phải nghiên cứu các giải pháp bón phân cân đối, nhằm tiết kiệm chi phí đầu vào và tăng năng suất cải bắp.

- Thời tiết khắc nghiệt, xói mòn, rửa trôi đất: Đây cũng là một trong những nguyên nhân làm cho đất bị chua, các chất dinh dưỡng bị rửa trôi, độ phì nhiêu giảm,... Rất cần thiết phải có biện pháp chống xói mòn rửa trôi như che phủ, làm nhà lưới,... đồng thời có biện pháp bảo vệ, nâng cao độ phì đất.

- Thiếu kỹ thuật canh tác bón phân: Phải nghiên cứu và hướng dẫn kỹ thuật bón phân trên cơ sở đặc điểm đất vùng nghiên cứu và nhu cầu dinh dưỡng của cây trồng.

- Đầu tư phân bón nhiều trong khi giá bán cải bắp bấp bênh và giá phân bón đất làm ảnh hưởng đến hiệu quả sản xuất rau: Rất cần thiết nghiên cứu sử dụng phân bón hợp lý cho cây rau.

- Giống rau đất và không đảm bảo chất lượng nguyên nhân là do: giống rau mua ở chợ, không có nguồn gốc, không có nhãn mác, không bảo quản đúng cách; sản xuất cây con rễ trần, đất chặt (bí) làm cây khó lên. Do đó, khuyến cáo người dân (nên mua giống rau ở nơi uy tín, có nhãn mác rõ ràng, còn nguyên trong bao bì của nơi sản xuất; nên sản xuất cây con có bầu, nếu sử dụng cây con rễ trần phải cải tạo đất tơi xốp để không ảnh hưởng xấu đến bộ rễ, giúp cây con phát triển tốt.

Kết quả điều tra, nghiên cứu thực trạng sản xuất rau cải bắp vùng nghiên cứu cho thấy:

Sa Pa và Bắc Hà có khí hậu ôn hòa, mát mẻ tạo điều kiện phát triển nhiều loại cây trồng, thích hợp cho xây dựng vùng sản xuất rau quả hàng hoá tập trung, trong đó có cải bắp, đặc biệt cho rất thuận lợi trồng cải bắp trái vụ. Rau cải bắp và các loại rau có nguồn gốc từ Lào Cai cạnh tranh được với nguồn cải bắp dồi dào của các tỉnh miền xuôi phía Bắc là do sự “nổi tiếng” về chất lượng như ngon hơn, giòn hơn, vị đậm hơn so với cải bắp dưới xuôi. Lực lượng lao động dồi dào, đáp ứng được nhân lực khi mở rộng sản xuất. Đa phần các hộ nông dân ý thức được tầm quan trọng của việc sản xuất rau nói chung và cải bắp nói riêng trong việc cải thiện kinh tế hộ gia đình và sẵn sàng tiêu thụ rau ra ngoài nội tỉnh thông qua các trung gian (ví dụ HTX,...).

Một số hạn chế trong điều kiện sản xuất rau cải bắp sau:

- Đồi núi cao, địa hình bị chia cắt mạnh ảnh hưởng tới quá trình canh tác, vận chuyển thương phẩm và mở rộng sản xuất. Diện tích đất nhiều nhưng phân bố nhỏ lẻ, manh mún, chủ yếu là ruộng bậc thang, điều này đã cản trở quá trình mở rộng sản xuất rau trái vụ theo hướng hàng hóa, tập trung quy mô lớn; sương muối và rét đậm; thiếu nước tưới vào mùa khô; trình độ sản xuất của nông dân còn thấp ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả sản xuất rau, đặc biệt cải bắp.

- Đất dốc, dễ bị xói mòn, rửa trôi, đất chua, đất chặt, không tơi xốp, cây trồng có triệu chứng thiếu hụt vi lượng, lượng dinh dưỡng bón cho cải bắp chưa cân đối, lượng phân đa lượng được bón cao hơn so với khuyến cáo, đặc biệt ở Sa Pa. Vôi ít được sử dụng để xử lý đất và làm phân bón cho cải bắp.

- Sưng rễ cây cải bắp là căn bệnh nghiêm trọng nhất đối với cải bắp chưa được giải quyết hiệu quả.

- Phần lớn diện tích trồng rau vẫn do tự phát của người dân với trình độ kỹ thuật không đảm bảo ảnh hưởng rất lớn chất lượng và năng suất của sản phẩm.

- Năng suất cải bắp thấp hơn nhiều so với tiềm năng.

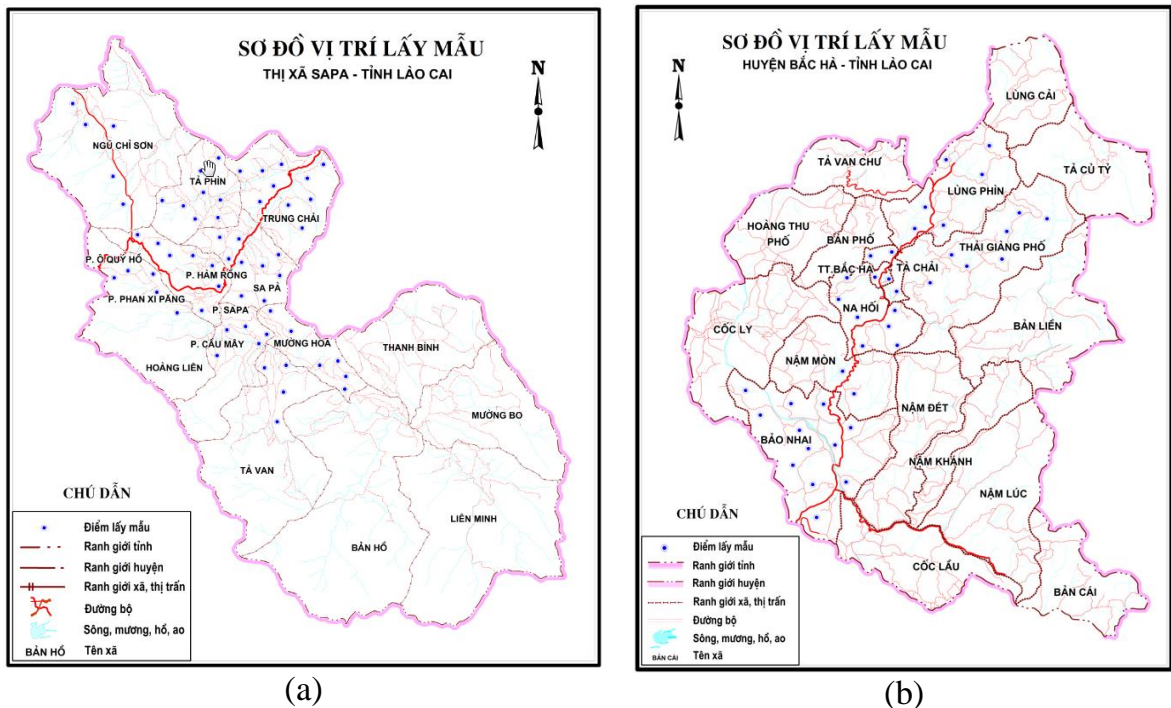
- Trình độ hiểu biết của người dân còn hạn chế nên chưa mạnh dạn trong việc thay đổi tập quán canh tác, việc thiếu vốn và kiến thức gây cản trở lớn trong công cuộc đầu tư sản xuất công nghệ cao trên địa bàn. Đầu ra bị phụ thuộc vào thương lái thu mua nhất là chính vụ.

Do vậy việc thực hiện đồng bộ từ nâng cao nhận thức, trình độ sản xuất rau cho nông hộ, nghiên cứu khắc phục các hạn chế về đất và dinh dưỡng cho cây cải bắp đến khai thác thế mạnh mùa vụ, tổ chức sản xuất theo định hướng thị trường góp phần phát triển sản xuất cải bắp hàng hóa bền vững trên địa bàn nghiên cứu.

3.2. Các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây cải bắp

3.2.1. Xác định các yếu tố hạn chế về đất thông qua đánh giá khả năng thích hợp về đặc điểm đất đai đối với rau cải bắp

Đã tiến hành lấy 96 mẫu đất tại vườn cải bắp của 96 hộ điều tra (57 mẫu ở Sa Pa và 39 mẫu ở Bắc Hà).



Hình 3.2 Vị trí các điểm lấy mẫu đất tại thị xã Sa Pa (a) và huyện Bắc Hà (b)

Kết quả phân tích một số tính chất đất thể hiện ở bảng 3.6 và 3.7 cho thấy:

- Độ chua của đất có khoảng biến thiên khá lớn (pH_{H_2O} từ 4,00 - 7,48; pH_{KCl} từ 3,50 - 7,05) ; pH đất từ mức rất chua đến trung tính, tuy nhiên phần lớn số mẫu (73,18 %) có giá trị pH từ mức rất chua đến chua, pH_{H_2O} có giá trị trung bình 5,41; dao động trong khoảng 4,76 - 6,06 ; pH_{KCl} có giá trị trung bình 4,48 và dao động trong khoảng 3,76 - 5,20.

Bảng 3.6. Thống kê kết quả phân tích mẫu đất trồng cải bắp

Chỉ tiêu	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Giá trị TB	Sai số chuẩn	Độ lệch chuẩn	Khoảng dao động
pHH ₂ O	4,00	7,48	5,41	0,07	0,65	4,76 - 6,06
pHKCl	3,50	7,05	4,48	0,07	0,72	3,76 - 5,20
OM, %	1,06	7,37	3,32	0,12	1,19	2,12 - 4,51
N _{ts} , %	0,06	0,36	0,16	0,01	0,05	0,11 - 0,21
P ₂ O ₅ _{ts} , %	0,09	0,67	0,22	0,01	0,12	0,11 - 0,34
K ₂ O _{ts} , %	0,13	2,89	1,27	0,06	0,62	0,65 - 1,89
P ₂ O ₅ _{dt} , mg/100g đất	0,86	96,13	15,00	1,77	17,38	2,38 - 32,38
K ₂ O _{dt} , mg/100g đất	4,32	67,00	19,47	1,21	11,89	7,57 - 31,36
CEC đất, meq/100g đất	5,08	20,64	11,17	0,31	3,02	8,15 - 14,19
Tổng TBC, (meq/100g đất)	0,85	6,23	3,05	0,11	1,12	1,93 - 4,18
Độ no bazơ (BS%)	8,57	66,53	28,26	1,10	10,80	17,47 - 39,06

Cây cải bắp được đánh giá là thích hợp khi pH đất từ 5,9 - 8,0; nhưng thích hợp nhất khi pH đất trong khoảng 6,2 - 7,5 (bảng 2.1). Đất tại vùng nghiên cứu phần lớn có giá trị pH từ mức rất chua đến chua, điều này ảnh hưởng xấu đến sinh trưởng và phát triển của cây cải bắp vì việc hấp thu chất dinh dưỡng phụ thuộc một phần vào độ pH của đất. pH thấp, đất có thể thiếu hụt Mo, Ca và Mg [4]. Khi pH đất giảm xuống dưới 5,5; nhôm và mangan hòa tan tăng lên dẫn đến độc hại, làm cho cải bắp còi cọc và nhỏ [128]. Hơn nữa, pH thấp là một trong những nguyên

nhân gây ra bệnh sung rế ở cây cải bắp. Tại Lào Cai, cải bắp phải chống chọi với bệnh sung rế và đây là căn bệnh gây thiệt hại nặng nề nhất đối với nông dân trồng rau ở Sa Pa trong 5 năm qua [22].

- Hàm lượng hữu cơ trong đất ở mức từ nghèo tới giàu, nhưng phần lớn dao động trong khoảng 2,12 - 4,51 % ; chỉ ~ 12% số mẫu có hàm lượng hữu cơ ở mức nghèo; ~ 66 % số mẫu có hàm lượng hữu cơ ở mức trung bình, còn lại ở mức giàu hữu cơ; giá trị trung bình hàm lượng hữu cơ trong đất là 3,32 % OM, biến thiên trong khoảng 1,06 - 7,37 % OM.

Theo Sys C.E. *et al.*, 1993 (bảng 2.1), cải bắp thích nghi ở mức S1 (không hạn chế) khi hàm lượng hữu cơ trong đất > 2,6 % và thích nghi ở mức S2 (hạn chế trung bình) khi hàm lượng hữu cơ trong đất ≤ 2,6 %. Mặc dù, phần lớn đất vùng trồng cải bắp thị xã Sa Pa và huyện Bắc Hà có hàm lượng hữu cơ trong đất ở mức trung bình, nhưng trong đó có 66/96 mẫu (chiếm ~ 69 %) có OM ≥ 2,6 %. Như vậy, hàm lượng hữu cơ trong đất vùng nghiên cứu khá phù hợp với yêu cầu của cây cải bắp, do đó đây cũng không phải là hạn chế lớn đối với cải bắp.

- Cũng tương tự hàm lượng hữu cơ, hàm lượng đạm tổng số trong đất ở mức từ nghèo tới giàu nhưng chủ yếu ở mức trung bình (chiếm 78,13 % số mẫu); chỉ 7,29 % số mẫu có hàm lượng đạm tổng số ở mức nghèo và 14,58 % số mẫu còn lại là ở mức giàu đạm. Hàm lượng đạm tổng số có giá trị trung bình 0,16 % N, dao động trong khoảng 0,11 - 0,21 % N.

- Lân tổng số chủ yếu ở mức giàu với 97,92% số mẫu nghiên cứu, lân dễ tiêu ở mức nghèo tới giàu, tuy nhiên có tới 87,50% số mẫu đất được đánh giá ở mức giàu lân dễ tiêu; 10,42% số mẫu có giá trị lân dễ tiêu ở mức trung bình và chỉ có 2,08 % số mẫu có giá trị lân dễ tiêu ở mức nghèo. Giá trị trung bình của hàm lượng lân tổng số là 0,22 % P₂O₅; dao động trong khoảng 0,11 - 0,34 % P₂O₅; Hàm lượng lân dễ tiêu có giá trị trung bình 15,00 mg P₂O₅/100g đất, dao động trong khoảng 2,38 - 32,38 mg P₂O₅/100g đất.

- Kali tổng số và kali dễ tiêu đều dao động từ mức nghèo tới giàu, hàm lượng kali tổng số ở mức trung bình chiếm tỷ lệ nhiều nhất với ~ 56 % số mẫu trong phạm vi nghiên cứu, hàm lượng kali dễ tiêu ở mức giàu và trung bình đều chiếm ~ 38 % số mẫu. Hàm lượng kali tổng số có giá trị trung bình 1,27 % K_2O ; dao động từ 0,65 - 1,89 % K_2O . Hàm lượng kali dễ tiêu có giá trị trung bình là 19,47 mg $K_2O/100g$ đất, dao động từ 7,57 - 31,36 mg $K_2O/100g$ đất).

Có thể thấy rằng hàm lượng các chất dinh dưỡng đa lượng (N, P, K) trong đất dao động từ mức nghèo đến giàu, nhưng phần lớn đều ở mức trung bình, trong đó hàm lượng lân trong đất vùng nghiên cứu chủ yếu ở mức giàu. Như vậy, so với kết quả nghiên cứu của Viện Thổ nhưỡng Nông hóa (2006) thì hàm lượng P trong đất được cải thiện đáng kể. Một trong những nguyên nhân chủ yếu là do người dân sử dụng nhiều phân khoáng, nhất là lân, đã làm hàm lượng P_2O_5 tổng số và cả P_2O_5 dễ tiêu đều có xu hướng tăng. Nhìn chung, hàm lượng các chất dinh dưỡng đa lượng trong đất đều thích hợp cho sản xuất nông nghiệp nói chung và cây cải bắp nói riêng.

- Tổng cation kiềm trao đổi trong đất ở mức rất thấp đến trung bình. Tuy nhiên chỉ có ~ 1 % số mẫu trong phạm vi nghiên cứu ở mức rất thấp với giá trị TBC là 0,85 meq/100g đất; còn lại chủ yếu ở mức thấp với ~ 77 % số mẫu; có ~ 22 % số mẫu có hàm lượng TBC ở mức trung bình. Tại vùng nghiên cứu. TBC có giá trị trung bình là 3,05 meq/kg đất, dao động từ 1,93 - 4,18 meq/kg đất.

Đối với yêu cầu của cây cải bắp (bảng 2.1), tổng cation kiềm trao đổi trong đất có giá trị < 2 meq/100g đất sẽ là hạn chế ở mức nghiêm trọng và tổng cation kiềm trao đổi trong đất có giá trị từ 2 - 5 meq/100g đất sẽ là hạn chế ở mức trung bình đối. Mặc dù, đất vùng nghiên cứu có tổng cation kiềm trao đổi chủ yếu ở mức thấp nhưng có 88/99 mẫu; chiếm 89,58 % số mẫu có giá trị TBC \geq 2 meq/100g đất. Như vậy, tổng cation kiềm trao đổi là hạn chế ở mức trung bình với cây cải bắp vùng nghiên cứu.

Bảng 3.7. Kết quả phân cấp tính chất đất trồng cải bắp

TT	Chỉ tiêu	Giá trị	Phân cấp	Số mẫu	Tỷ lệ (%)
1	pHKCl	< 4,0	Rất chua	22	22,92
		4,0 - 5,0	Chua	53	55,21
		> 5,0 - 6,0	Ít chua	17	17,71
		> 6,0 - 7,0	trung tính	3	3,13
		> 7,0	Kiềm yếu và kiềm	1	1,04
2	OM, %	< 2,0	Nghèo	12	12,50
		2,0 - 4,0	Trung bình	63	65,63
		> 4	Giàu	21	21,88
3	Nts, %	< 0,1	Đất nghèo N	7	7,29
		0,1 - 0,2	Đất trung bình	75	78,13
		> 0,2	Đất giàu N	14	14,58
4	P2O5ts, %	< 0,06	Đất nghèo P	-	-
		0,06 - 0,10	Đất trung bình	2	2,08
		> 0,10	Đất giàu P	94	97,92
5	K2Ots, %	< 1,0	Đất nghèo K	31	32,29
		1,0 - 2,0	Đất trung bình	54	56,25
		> 2,0	Đất giàu K	11	11,46
6	P2O5dt, mg/100g đất (Bray II)	< 3,6	Đất nghèo P	10	10,42
		3,6 - 4,6	Đất trung bình	2	2,08
		> 4,6	Đất giàu P	84	87,50

TT	Chỉ tiêu	Giá trị	Phân cấp	Số mẫu	Tỷ lệ (%)
7	K ₂ Odt, mg/100g đất	< 10,0	Đất nghèo K	22	22,92
		10,0 - 20,0	Đất trung bình	37	38,54
		> 20,0	Đất giàu K	37	38,54
8	CEC đất, meq/100g đất	< 5,0	Rất thấp	-	-
		5,0 - 10,0	Thấp	40	41,67
		10,0 - 25,0	Trung bình	56	58,33
		25,0 - 40,0	Khá	-	-
		> 40	Cao	-	-
9	TBC, meq/100g đất	< 1,0	Rất thấp	1	1,04
		1,0 - 3,9	Thấp	74	77,08
		4,0 - 7,9	Trung bình	21	21,88
		8,0 - 15,9	Cao	-	-
		> 16,0	Rất cao	-	-
10	BS, %	< 20	Rất thấp	13	13,54
		20 - 40	Thấp	71	73,96
		40 - 60	Trung bình	10	10,42
		60 - 80	Khá	2	2,08
		> 80	Cao	-	-

(n = 96 mẫu)

Các chỉ tiêu 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 và 10 phân cấp theo Bộ NN và PTNT, 2009, [1].

Chỉ tiêu 9 phân cấp theo Hội khoa học đất, [18].

Chỉ tiêu 6 phân cấp theo Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, 2005, [42].

- Khả năng trao đổi cation trong đất ở mức thấp đến trung bình, từ thấp nhất là 5,08 mg/100g đất đến cao nhất là 20,64 mg/100g đất. Có 41,67 % số mẫu có giá

trị CEC trong đất ở mức thấp, còn lại ở mức thấp trung bình (58,33 % số mẫu nghiên cứu). CEC trong đất có giá trị trung bình 11,17 meq/100g, khoảng dao động từ 8,15 - 14,19 meq/100g đất.

Khả năng trao đổi cation trong đất không là yếu tố hạn chế với cây cải bắp khi có giá trị > 16 meq/100g đất và là yếu tố hạn chế trung bình khi có giá trị CEC \leq 16 meq/100g đất. CEC trong đất vùng nghiên cứu có giá trị trung bình 11,17 meq/100g, khoảng dao động từ 8,15 - 14,19 meq/100g và là yếu tố hạn chế trung bình với cây cải bắp.

- Độ no bazo trong đất biến thiên khá lớn, từ 8,57 % đến 66,53% tương ứng với mức từ rất thấp đến khá. Tuy nhiên, chỉ có 2,08 % số mẫu có BS ở mức khá; 10,42 % số mẫu ở mức trung bình; 13,54 % số mẫu ở mức rất thấp; còn lại phần lớn có BS ở mức thấp (73,96 % số mẫu). BS có giá trị trung bình là 28,26 %, dao động từ 17,47 - 39,06 %.

Độ no bazo trong đất trồng cải bắp tại địa bàn nghiên cứu chủ yếu ở mức thấp theo phân cấp của Bộ NN và PTNT [1] nhưng lại có 86,46 % số mẫu nghiên cứu có BS \geq 20 %, do đó đây không phải là hạn chế nghiêm trọng hoặc rất nghiêm trọng với cây cải bắp.

Dựa trên đặc điểm đất vùng nghiên cứu, đối chiếu với yêu cầu của cây cải bắp (ở bảng 2.1), kết quả đánh giá đất đai theo FAO xác định được mức hạn chế của đất đối với việc sản xuất rau cải bắp tại thị xã Sa Pa và Bắc Hà, như sau:

- Các yếu tố không hạn chế: Hàm lượng hữu cơ trong đất (OC), hàm lượng lân (P_2O_5) trong đất.

- Các yếu tố ở mức hạn chế trung bình: Hàm lượng đạm (N%) trong đất, hàm lượng kali (K_2O) trong đất, tổng cation kiềm trao đổi trong đất (TBC), khả năng trao đổi cation trong đất (CEC đất) và độ no bazo (BS) trong đất.

- Các yếu tố ở mức hạn chế nghiêm trọng: Độ chua đất (pH).

3.2.2. Xác định các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất thông qua phân tích lá cải bắp

Tình hình phát triển của cây trồng có liên quan mật thiết đến hàm lượng các chất dinh dưỡng thiết yếu trong lá. Với việc phát hiện một số triệu chứng thiếu hụt dinh dưỡng trong quá trình khảo sát, các mẫu lá cải bắp được thu thập từ các ruộng trồng cải bắp ở các thị xã Sa Pa (9 mẫu) và Bắc Hà (18 mẫu) vào vụ Đông năm 2016. Kết quả phân tích lá cải bắp thể hiện ở bảng 3.8.

Bảng 3.8. Hàm lượng dinh dưỡng trong lá cải bắp

Nguyên tố	ĐVT	Sa Pa	Bắc Hà
		Khoảng giá trị (trung bình)	Khoảng giá trị (trung bình)
N	%	4,3 – 6,1 (5,22)	4,3 – 6,1 (4,91)
P	%	0,49 – 0,62 (0,56)	0,43 – 0,52 (0,48)
K	%	3,2 – 4,1 (3,64)	3,2 – 3,9 (3,64)
S	%	0,97 – 1,1 (1,05)	0,86 – 0,97 (0,91)
Ca	%	1,2 – 1,7 (1,43)	1,1 – 1,4 (1,26)
Mg	%	0,23 – 0,36 (0,30)	0,21 – 0,24 (0,23)
B	mg/kg	14 – 21 (17,6)	10 – 17 (13,6)
Mn	mg/kg	36 – 69 (52)	30 – 50 (40)
Fe	mg/kg	110 – 410 (183)	96 – 133 (115)
Cu	mg/kg	3,9 – 5,5 (4,7)	3,6 – 6,0 (4,8)
Zn	mg/kg	30 – 41 (35,3)	30 – 39 (34)
Mo	mg/kg	0,5 – 0,8 (0,61)	0,3 – 0,7 (0,46)

Kết quả phân tích hàm lượng dinh dưỡng trong chất khô của lá cải bắp thể hiện ở bảng 3.8 cho thấy: Hàm lượng dinh dưỡng đa và trung lượng trong lá (N, P, K, S và Ca) có sự dao động lớn, nguyên nhân có thể bởi sự khác biệt trong việc sử dụng các lượng phân bón của từng hộ gia đình. Đối với các nguyên tố còn lại, sự khác biệt về hàm lượng dinh dưỡng trong lá tương đối nhỏ, ngoại trừ hàm lượng Fe tại Sa Pa (110–420 mg/kg). Hàm lượng dinh dưỡng trung bình trong lá cải bắp giữa 2 huyện không có sự khác biệt nhiều đối với B, Mg, Mn, Zn và Mo, ngoại trừ tại thị xã Sa Pa, hàm lượng Cu có xu hướng cao hơn 1 chút so với tại huyện Bắc Hà.

Tiến hành so sánh với ngưỡng hàm lượng dinh dưỡng thích hợp trong chất khô của lá cải bắp (Bảng 2.2) để đánh giá mức độ cung cấp các chất dinh dưỡng hiện tại của đất cho nhu cầu của cây trồng [136]. Số lượng, tỷ lệ mẫu thiếu hụt (dưới ngưỡng thích hợp), đủ (trong ngưỡng thích hợp) và dư thừa (ngoài ngưỡng thích hợp) được thể hiện ở bảng 3.9.

So sánh kết quả phân tích ở bảng 3.9 với ngưỡng dinh dưỡng trong lá cải bắp của các nghiên cứu đã có (bảng 2.2), cho thấy:

- *Đối với dinh dưỡng đa lượng:*

+ Nguyên tố N: Có hơn một nửa mẫu cây (51,85% số mẫu) có hàm lượng đạm tổng số trong mẫu lá khô biểu hiện dư thừa (nhiều hơn khoảng giá trị thích hợp cho sinh trưởng của cây trồng) và chỉ có 01 mẫu có biểu hiện thiếu hụt.

+ Nguyên tố P, K: 100% số mẫu có đủ hàm lượng P và K trong lá cải bắp phù hợp với yêu cầu sinh trưởng và phát triển của cây (không có biểu hiện thiếu hụt hoặc dư thừa).

- *Đối với dinh dưỡng trung lượng:*

+ Nguyên tố Ca và Mg: Có 25,93% số mẫu ở ngưỡng thiếu hụt Ca và 40,74% số mẫu ở ngưỡng thiếu hụt Mg. Tuy nhiên, phần lớn số mẫu có hàm lượng Ca và Mg trong lá ở ngưỡng thích hợp với cây cải bắp. Nguyên nhân thiếu Ca, Mg có thể do địa hình vùng nghiên cứu dốc làm cho Ca^{++} và Mg^{++} dễ bị rửa trôi; môi

trường đất quá chua cũng làm ảnh hưởng đến khả năng hút Ca, Mg của cây trồng; thói quen không bón vôi cho cây cải bắp cũng là một trong những nguyên nhân dẫn đến thiếu Ca và Mg trong đất. Việc thiếu Ca và Mg trong đất dễ dàng khắc phục bằng các biện pháp canh tác (như: bón vôi hoặc sử dụng các loại phân bón có chứa Ca, Mg, ví dụ phân lân nung chảy).

Bảng 3.9. Số lượng, tỷ lệ số mẫu thiếu hụt (dưới ngưỡng thích hợp), đủ (trong ngưỡng thích hợp) và dư thừa (ngoài ngưỡng thích hợp)

Nguyên tố	Thiếu hụt		Trong ngưỡng thích hợp		Dư thừa	
	Số lượng	Tỷ lệ (%)	Số lượng	Tỷ lệ (%)	Số lượng	Tỷ lệ (%)
N	1	3,70	12	44,44	14	51,85
P	0	-	27	100,00	0	-
K	0	-	27	100,00	0	-
S	0	-	1	3,70	26	96,30
Ca	7	25,93	20	74,07	0	-
Mg	11	40,74	16	59,26	0	-
B	27	100,00	0	-	0	-
Mn	5	18,52	22	81,48	0	-
Fe	0	-	24	88,89	3	11,11
Cu	20	74,07	7	25,93	0	-
Zn	0	-	27	100,00	0	-
Mo	5	18,52	20	74,07	2	7,41

+ Nguyên tố S: Có tới 96,3% mẫu cây có hàm lượng S trong lá ở mức dư thừa. Nguyên nhân, có thể do thói quen của người dân trong cách sử dụng phân bón. Hầu hết người dân sử dụng super lân và NPK Lâm Thao 5-10-3+8S và sử dụng liên tục trong nhiều năm [23].

- Đối với dinh dưỡng vi lượng:

+ Nguyên tố Zn, Fe, Mn và Mo: Đối với Zn: Có 100 % số mẫu có hàm lượng phù hợp với sự sinh trưởng của cải bắp. Các nguyên tố còn lại (Fe, Mn và Mo) cũng có hàm lượng trong lá chủ yếu nằm trong ngưỡng thích hợp với cải bắp với tỷ lệ tương ứng là: 88,89% ; 81,48% và 74,07%

+ Nguyên tố B và Cu: Khoảng 74% số mẫu có hàm lượng Cu và 100% số mẫu có hàm lượng B dưới ngưỡng thích hợp với cây cải bắp, chỉ có 25,93 % số mẫu có hàm lượng Cu trong ngưỡng thích hợp, không mẫu nào lớn hơn ngưỡng thích hợp.

Có thể nhận thấy rằng: Các yếu tố dinh dưỡng P, K, Ca, Mg, Mn, Mo và Fe đang ở mức phù hợp với sự sinh trưởng của cải bắp (Reuter và Robinson 1997; Bryson và Mills 2014). Tuy nhiên, khoảng > 70 % số mẫu có hàm lượng B và Cu trong lá ở dưới ngưỡng đầy đủ, hay nói cách khác là có biểu hiện thiếu hụt. Do hàm lượng các nguyên tố này rất nhỏ nên sự sai khác có thể là do mức độ chính xác của các kết quả đo khi phân tích. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, sự sai khác do phân tích được loại trừ vì số liệu phân tích của các mẫu chuẩn được phân tích song song với mẫu lá cải bắp và cho số liệu đảm bảo độ tin cậy.

Hơn một nửa mẫu cây có giá trị đạm tổng số trong lá nhiều hơn với giá trị thích hợp cho sinh trưởng của cây cải bắp, hay nói cách khác là có biểu hiện dư thừa đạm. Việc bón thừa đạm sẽ vừa làm giảm thu nhập và có thể làm tăng phát thải N_2O [101]. Trong điều kiện tại Lào Cai, thừa đạm còn có nguy cơ ô nhiễm nước mặt [97]. Việc thừa đạm trong sản phẩm cây trồng không những ảnh hưởng tới sinh trưởng của cây trồng [109], mà còn tác động xấu đến sức khỏe con người [110]. Lưu huỳnh cũng là một trong các nguyên tố đang có biểu hiện dư thừa ở trong lá cải

bắp với khoảng 96 % số mẫu nghiên cứu. Việc dư thừa lưu huỳnh sẽ làm đất bị chua, thừa lưu huỳnh không chỉ có thể cây bị ngộ độc mà còn gây cản trở sự hấp thu dưỡng chất đối với các nguyên tố dinh dưỡng khác [23].

Như vậy, kết quả phân tích mẫu lá cải bắp cho thấy:

- Việc thừa đạm được xác định là một trong các YTHC đối với sản xuất cải bắp tại Sa Pa và Bắc Hà. Lượng N được người dân bón lớn hơn nhu cầu của cải bắp (kết quả điều tra) trong khi hàm lượng N trong lá cải bắp đang ở mức dư thừa.

- Việc thừa lưu huỳnh trong lá cải bắp cũng được xác định là một trong các YTHC về việc sử dụng dinh dưỡng không cân đối của người dân, tuy nhiên, hạn chế này có thể khắc phục khi nông dân thay đổi thói quen sử dụng phân bón, không nên sử dụng liên tục các loại phân có chứa S, đặc biệt các loại phân bón chứa nhiều hàm lượng S [23].

- Việc thiếu hụt B và Cu được có thể được xác định là YTHC đối với cây cải bắp. Tuy nhiên, việc thiếu hụt 2 nguyên tố này trong lá cải bắp cũng có thể do (1) đất thiếu hụt, (2) do nguyên tố B và Cu trong đất không thiếu hụt nhưng ở dạng cây trồng khó hấp thu (ví dụ: đất quá chua, một số yếu tố vi lượng như B, Cu cũng ít ở dạng dễ tiêu đối với cây trồng).

Do vậy, để có kết luận B và Cu có là YTHC đối với đất trồng cải bắp hay không, tiến hành thí nghiệm bổ sung vi lượng tại cả 2 huyện vào vụ Đông năm 2017 và theo dõi kết quả phân tích lá cải bắp sau thí nghiệm. Ảnh hưởng của các công thức bón vi lượng tới hàm lượng các vi chất dinh dưỡng trong lá cải bắp tại Sa Pa và Bắc Hà thể hiện ở Bảng 3.10.

Bảng 3.10. Ảnh hưởng của các công thức phun vi lượng đến hàm lượng dinh dưỡng trong lá cải bắp tại Sa Pa và Bắc Hà

Công thức	Dinh dưỡng Công thức bổ sung vi lượng	Hàm lượng dinh dưỡng vi lượng trong lá cải bắp (mg/kg)							
		B	Cu	Zn	Mo	B	Cu	Zn	Mo
		Sa Pa				Bắc Hà			
CT1	Không bón (Đối chứng)	5,8	2,7	22	0,9	3,3	3,5	27	0,13
CT2	B	<u>24</u>	2,7	21	1,2	<u>23</u>	3,3	24	0,16
CT3	Cu	3,5	2,8	23	0,7	3,3	3,4	26	0,15
CT4	Mo	6,0	2,7	21	<u>13</u>	3,4	3,5	26	<u>4,1</u>
CT5	Zn	4,3	2,8	23	0,6	2,9	3,7	27	0,12
CT6	Zn + B + Mo + Cu	<u>23</u>	2,3	18	7,2	<u>21</u>	3,2	25	3,9

Hàm lượng B trong lá cải bắp ở các công thức không bón B (CT1, CT3, CT4 và CT5) có giá trị từ 3,5 – 6,0 mg/kg ở Sa Pa và từ 2,9 – 3,3 mg/kg ở Bắc Hà. Tuy nhiên, ở công thức có bổ sung B (CT2 và CT6), hàm lượng B trong lá cải bắp tăng đáng kể (đạt 23 – 24 mg/kg ở Sa Pa và 21 – 23 mg/kg ở Bắc Hà). Như vậy, công thức bổ sung B làm tăng hàm lượng B trong lá từ mức rất thấp lên mức khá phù hợp với ngưỡng thích hợp của cải bắp, lúc này B có thể không còn hạn chế sinh trưởng của cây trồng.

Các công thức có bổ sung Mo (CT4 và CT6) cũng làm tăng đáng kể hàm lượng Mo trong lá cải bắp so với các công thức không bón Mo. Ở Sa Pa, hàm lượng Mo từ 0,6 – 7,2 mg/kg lên 13 mg/kg khi bổ sung Mo. Tương tự ở huyện Bắc Hà, hàm lượng Mo từ 0,12 – 3,9 mg/kg lên 4,1 mg/kg khi bổ sung Mo. Việc không bón

Mo, thì hàm lượng Mo vẫn đủ tại Sa Pa và có thể có xu hướng thiếu hụt tại Bắc Hà (Bảng 3.10) nhưng chỉ với 18,52% mẫu có hàm lượng Mo trong lá cải bắp ở ngưỡng thiếu hụt (Bảng 3.9).

Đối với các nguyên tố Cu và Zn, không có sự sai khác về hàm lượng Cu/Zn đáng kể giữa các công thức có bổ sung Cu hoặc các công thức có bổ sung Zn. Điều đó có nghĩa, khi được bổ sung (phun trực tiếp trên lá hoặc dưới gốc với cây to), cải bắp cũng không hấp thu Cu và Zn.

Như vậy, có thể khẳng định đất trồng cải bắp tại Sa Pa và Bắc Hà thiếu hụt B và đây được xác định là một trong các TYHC đối với cây cải bắp trong khi sự thiếu hụt Cu chưa có bằng chứng rõ ràng.

3.2.3. Xác định các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với rau cải bắp thông qua xác định cân bằng dinh dưỡng quy mô nông hộ.

Nghiên cứu được tiến hành thực hiện ở 07 nông hộ canh tác cải bắp tại thị xã Sa Pa và Bắc Hà vụ Đông 2016. Tại huyện Bắc Hà thực hiện ở 03 hộ, tại thị xã Sa Pa thực hiện ở 04 hộ.

(1) Với nguồn dinh dưỡng đầu vào (cung cấp từ phân bón)

- Phân chuồng: tiến hành lấy và phân tích mẫu phân trong phòng thí nghiệm để xác định hàm lượng N, P₂O₅, K₂O. Kết quả thực hiện tại 4 hộ tại thị xã Sa Pa cho thấy: có 3/4 hộ sử dụng phân gà (phân gà khô), tỷ lệ hàm lượng dinh dưỡng N; P₂O₅; K₂O trong phân gà (tính trung bình) được phân tích tại Phòng phân tích trung tâm, viện Thổ nhưỡng Nông hóa tương ứng là 1,65 %; 1,56 %; 2,83 % và 1/4 sử dụng tro bếp có tỷ lệ hàm lượng dinh dưỡng N; P₂O₅; K₂O tương ứng là 0,11 %; 0,56 %; 1,68 %. Tại huyện Bắc Hà, tiến hành nghiên cứu tại 3 hộ thì có: 3/3 hộ sử dụng phân chuồng của gia đình, trong đó có 2/3 hộ sử dụng thêm phân tươi dạng lỏng. Tỷ lệ hàm lượng dinh dưỡng N; P₂O₅; K₂O trong phân chuồng (tính trung bình) tương ứng là 0,93 %; 1,00 %; 0,23 %. Tỷ lệ hàm lượng dinh dưỡng N; P₂O₅; K₂O trong phân tươi dạng lỏng (tính trung bình) tương ứng là 0,06 %; 0,02 %; 0,04 %.

- Phân hóa học: Thu thập các loại phân người dân sử dụng cho cây cải bắp, tỷ lệ hàm lượng N, P₂O₅, K₂O trong phân hóa học được lấy theo tỷ lệ công bố của nhà sản xuất.

(2) Với nguồn dinh dưỡng mất đi (cây trồng lấy đi)

Tính hàm lượng dinh dưỡng trong phần bắp (thương phẩm), phần lá già và phần rễ, do toàn bộ phần lá già và rễ đều được đưa ra khỏi đất trồng.

(3) Hiệu quả sử dụng chất dinh dưỡng

Kết quả tính lượng dinh dưỡng bón vào, lượng dinh dưỡng lấy đi theo sản phẩm và hiệu suất sử dụng phân bón của từng hộ thể hiện ở Bảng 3.11 và 3.12. Kết quả như sau:

Kết quả tại thị xã Sa Pa:

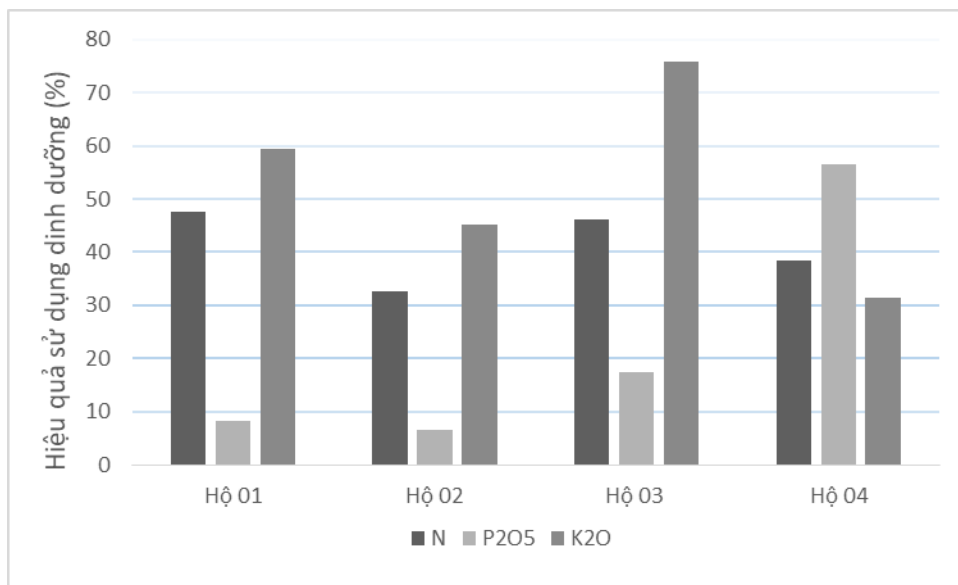
Hộ 01: Tổng sinh khối cải bắp tươi khoảng 83,4 tấn/ha trong đó 67,96% là sản phẩm thu hoạch (phần bắp). Lượng bón P₂O₅ là 264,07 kg/ha lớn hơn nhiều lần so lượng P₂O₅ được lấy đi (21,45 kg/ha) dẫn đến hiệu quả sử dụng của P₂O₅ rất thấp, chỉ 8,12%. Lượng bón N (424 kg/ha) và K₂O (240,38 kg/ha) cao hơn đáng kể so với lượng N được cây lấy đi (202,09 kg/ha) và lượng K₂O được cây lấy đi (143,01 kg/ha). Do đó, hiệu quả sử dụng của N và K₂O cũng chỉ đạt 47,66% và 59,50%.

Hộ 02: Tổng sản lượng cải bắp tươi khoảng 60,9 tấn/ha, trong đó khoảng 41,6 tấn/ha là sản lượng của phần bắp, chiếm 68,18%. Việc bón N (468,17 kg/ha), P₂O₅ (256,02 kg/ha) K₂O (258,71 kg/ha) và cao hơn đáng kể so với hàm lượng cây lấy đi, lần lượt là 152,50 kg N/ha ; 16,62 kg P₂O₅/ha và 116,75 kg K₂O /ha dẫn đến lượng phân bón dư thừa nhiều, nên hiệu quả sử dụng của N, P₂O₅ và K₂O của hộ nông dân rất thấp ở mức lần lượt là 32,57 % ; 6,49 % và 45,13 %.

Hộ 03: Tổng sản lượng cải bắp tươi thu hoạch khoảng 96 tấn/ha, trong đó 67,34 tấn/ha là sản lượng phần bắp ăn được và 28,7 tấn/ha là phụ phẩm. Đây là hộ có năng suất cao nhất trong 7 hộ điều tra và cũng là hộ có sử dụng vôi và phân bón có chứa vi lượng cho cải bắp. Lượng bón P₂O₅ là 171,99 kg/ha cao hơn gần 6 lần so

với lượng được lấy đi, vì vậy hiệu quả sử dụng P_2O_5 là rất thấp (17,37%). Lượng bón N (457,67 kg/ha) gấp 2 lần lượng lấy đi nên hiệu quả sử dụng N đạt gần 50%. Lượng K_2O cây trồng lấy đi là 204 kg/ha, trong lượng bón K_2O là khoảng 269 kg/ha. Điều này có nghĩa là cân bằng sử dụng của K_2O là khoảng 76%, có thể được xem là đây là mức quản lý phân bón chấp nhận được.

Hộ 04: Tổng sản lượng cải bắp tươi là 62,64 tấn/ha với chỉ số thu hoạch là 74,82 % (khoảng 46,87 tấn/ha sản lượng phần bắp ăn được). Lượng bón N (384,69 kg/ha) và K_2O (411,40 kg/ha) trong khi lượng N và K_2O lấy đi theo sản phẩm là 148,24 kg/ha và 129,30 kg/ha. Điều này cho thấy là hiệu quả sử dụng N và K_2O khá thấp (khoảng < 40 %). Hiệu quả sử dụng P_2O_5 cao hơn hiệu quả sử dụng N và K_2O , đạt 56,5%.



Hình 3.3. Hiệu quả sử dụng dinh dưỡng cho cây cải bắp của một số hộ tại Sa Pa

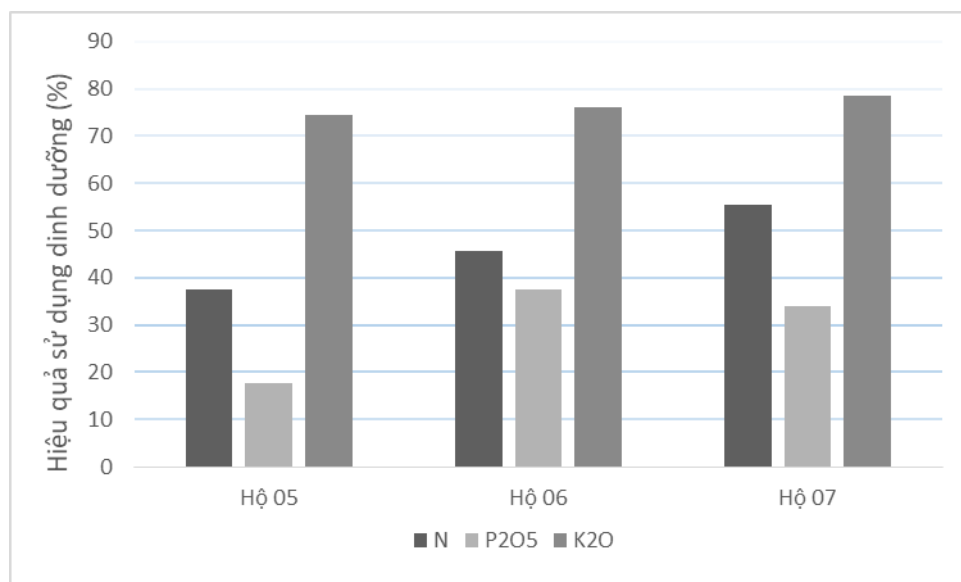
Kết quả tại huyện Bắc Hà:

Hộ 05: Tổng sản lượng tươi sinh khối cho cải bắp là 81,9 tấn/ha trong đó khoảng 48,45 tấn/ha là sản lượng của phần cải bắp bán được ra thị trường. Chỉ số thu hoạch là 59,16 %. Lượng N và P_2O_5 lấy đi theo sản phẩm là 178,01 kg/ha và 20,67 kg/ha, thấp hơn lượng bón N (474,66 kg/ha) và P_2O_5 (20,67 kg/ha). Như vậy, lượng bón dư thừa lần lượt là khoảng 297 kg N/ha, 97 kg P_2O_5 /ha. Do đó hiệu quả

sử dụng N và P_2O_5 là rất thấp. Lượng bón K_2O là 242,75/ha cao hơn so với lượng lấy đi nhưng không quá nhiều. Với hiệu quả sử dụng K_2O là 74,59 %, đây sẽ được xem là mức hiệu quả sử dụng dinh dưỡng chấp nhận được.

Hộ 06: Tổng sản lượng cải bắp tươi thu hoạch được khoảng 87,03 tấn/ha với 56,75 tấn/ha là sản lượng phần bắp ăn được, còn lại 20,50 tấn/ha lá và 1,78 tấn/ha rễ là phụ phẩm. Chỉ số thu hoạch là 65,21%. Lượng N bón (388,94 kg/ha) và lượng P_2O_5 bón (67,27 kg/ha) cao hơn từ 2 - 3 lần so với lượng dinh dưỡng bị lấy đi (lần lượt là 178,03 kg N/ha và 25,18 kg P_2O_5 /ha), do đó hiệu suất sử dụng phân bón của N chỉ đạt 45,77% và của P_2O_5 là 37,45%. Lượng K_2O bón vào khá cân bằng so với lượng K_2O cây trồng lấy đi nên hiệu quả sử dụng K_2O ở khá cao (76,00 %).

Hộ 07: Tổng sản lượng thu hoạch của cải bắp là khoảng 78,19 tấn/ha, trong đó khoảng 64,75% là sản lượng phần bắp bán được ra thị trường. Lượng bón N (291,8 kg/ha) cao gấp đôi so với hàm lượng N bị lấy đi (162,2 kg/ha), do vậy hiệu suất sử dụng N là 55,59 %. Lượng bón P_2O_5 cao gần gấp ba so với hàm lượng P_2O_5 bị lấy đi (22,03 kg/ha), do vậy hiệu suất sử dụng P_2O_5 chỉ đạt 34,06 %. Lượng K_2O bón vào là 169,48 kg/ha trong khi lượng K_2O cây trồng lấy đi là 145,06 nên hiệu quả sử dụng K_2O khá cao (78,63 %).



Hình 3.4. Hiệu quả sử dụng dinh dưỡng cho cây cải bắp của một số hộ tại Bắc Hà

Bảng 3.11: Năng suất, hàm lượng dinh dưỡng và lượng dinh dưỡng lấy đi của cải bắp

Ruộng	Năng suất tươi (tấn/ha)	Hàm lượng chất khô (%)	Năng suất khô (tấn/ha)	Hàm lượng dinh dưỡng (%)			Lượng lấy đi (kg/ha)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Thị xã Sa Pa									
Hộ 01							202,09	21,45	143,01
Phân bắp	56,95	6,53	3,72	3,73	0,39	2,57	138,60	14,66	95,60
Phân lá già	25,32	4,99	1,26	4,21	0,44	2,86	53,19	5,52	36,09
Rễ	1,53	23,12	0,35	2,91	0,36	3,20	10,29	1,27	11,32
Hộ 02							152,50	16,62	116,75
Phân bắp	41,55	5,71	2,37	2,93	0,39	2,41	69,59	9,14	57,18
Phân lá già	17,87	10,94	1,96	3,87	0,33	2,69	75,62	6,55	52,60
Rễ	1,52	19,12	0,29	2,51	0,32	2,40	7,29	0,93	6,97
Hộ 03							211,26	29,88	204,00
Phân bắp	67,34	5,11	3,44	3,33	0,46	3,28	114,40	15,80	112,99
Phân lá già	26,99	9,03	2,44	3,58	0,53	3,35	87,11	12,81	81,54
Rễ	1,71	21,13	0,36	2,70	0,35	2,62	9,76	1,26	9,47

Ruộng	Năng suất tươi (tấn/ha)	Hàm lượng chất khô (%)	Năng suất khô (tấn/ha)	Hàm lượng dinh dưỡng (%)			Lượng lấy đi (kg/ha)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Hộ 04							148,24	23,42	129,30
Phân bắp	46,87	4,99	2,34	3,56	0,62	3,13	83,20	14,43	73,17
Phân lá già	13,88	8,56	1,19	4,46	0,58	3,54	53,07	6,86	42,12
Rễ	1,89	22,46	0,42	2,82	0,50	3,30	11,97	2,12	14,01
Huyện Bắc Hà									
Hộ 05							178,01	20,67	181,07
Phân bắp	48,45	5,90	2,86	3,09	0,39	3,05	88,31	11,13	87,18
Phân lá già	31,86	8,39	2,67	2,91	0,31	3,02	77,62	8,22	80,76
Rễ	1,59	29,00	0,46	2,62	0,29	2,85	12,07	1,33	13,12
Hộ 06							178,03	25,18	143,30
Phân bắp	56,75	5,68	3,23	3,09	0,45	2,53	99,71	14,57	81,72
Phân lá già	28,50	7,54	2,15	3,32	0,43	2,46	71,43	9,20	52,87
Rễ	1,78	19,26	0,34	2,01	0,41	2,54	6,90	1,41	8,72

Ruộng	Năng suất tươi (tấn/ha)	Hàm lượng chất khô (%)	Năng suất khô (tấn/ha)	Hàm lượng dinh dưỡng (%)			Lượng lấy đi (kg/ha)		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Hộ 07</i>							<i>162,20</i>	<i>22,03</i>	<i>145,06</i>
Phân bắp	51,63	5,74	2,96	3,01	0,41	2,69	89,14	12,10	79,84
Phân lá già	26,79	7,53	2,02	3,25	0,43	2,74	65,57	8,72	55,21
Rễ	1,78	20,15	0,36	2,09	0,34	2,79	7,48	1,21	10,00

Bảng 3.12: Tổng sinh khối, chỉ số thu hoạch, lượng dinh dưỡng lấy đi trong phần thu hoạch, lượng phân bón vào và hiệu quả sử dụng phân bón của cải bắp

Ruộng	Tổng sinh khối (tấn ha ⁻¹)	Chỉ số thu hoạch (%)	Lượng lấy đi trong phần thu hoạch (kg/ha)			Lượng phân bón vào (kg/ha)			Hiệu quả sử dụng phân bón (%)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Thị xã Sa Pa											
Hộ 01	83,80	67,96	202,09	21,45	143,01	424,00	264,07	240,38	47,66	8,12	59,50
Hộ 02	60,94	68,18	152,50	16,62	116,75	468,17	256,02	258,71	32,57	6,49	45,13
Hộ 03	96,04	70,12	211,26	29,88	204,00	457,67	171,99	269,06	46,16	17,37	75,82
Hộ 04	62,64	74,82	148,24	23,42	129,30	384,69	41,44	411,40	38,54	56,51	31,43
Huyện Bắc Hà											
Hộ 05	81,90	59,16	178,01	20,67	181,07	474,66	117,71	242,75	37,50	17,56	74,59
Hộ 06	87,03	65,21	178,03	25,18	143,30	388,94	67,27	188,56	45,77	37,43	76,00
Hộ 07	80,19	64,38	162,20	22,03	145,06	291,80	64,69	184,48	55,59	34,06	78,63

Tại các hộ quan sát cho thấy có sự khác biệt đáng kể trong việc sử dụng phân bón của các hộ dân ở Sa Pa và Bắc Hà. Lượng bón trung bình của các hộ dân ở Sa Pa có xu hướng cao hơn ở Bắc Hà, đặc biệt là phân lân. Năng suất và hàm lượng N, P₂O₅ và K₂O của cải bắp được trồng ở Sa Pa cao hơn ở Bắc Hà. Mặc dù có năng suất cao, nhưng các hộ dân ở Sa Pa có hiệu quả sử dụng phân bón thấp, do lượng phân bón vượt quá đáng kể so với nhu cầu và sự lấy đi của cây trồng. Với các nông hộ ở Bắc Hà, hộ số 07 có lượng phân bón thấp nhất, tuy nhiên, tổng năng suất sinh khối tươi khá cao và hiệu quả sử dụng phân bón vào là cao nhất. Ngược lại, đối với hộ số 02 ở Sa Pa, mặc dù lượng dinh dưỡng bón cho cây là cao nhất, tuy nhiên năng suất tươi và hiệu quả sử dụng dinh dưỡng bón là thấp nhất. Trong 3 loại dinh dưỡng đa lượng, thì việc sử dụng phân K₂O là hiệu quả nhất, đặc biệt ở Bắc Hà cả 3 hộ đều có hệ số sử dụng K₂O trong khoảng 74,59 – 78,63%.

Việc sử dụng dinh dưỡng đa lượng, đặc biệt là N, P₂O₅ và cho cây cải bắp tại Sa Pa và Bắc Hà cả chính vụ và trái vụ nhìn chung chưa hiệu quả, lượng phân bón vượt quá so với nhu cầu của cây trồng và hiệu quả sử dụng phân bón thấp. Việc sử dụng phân bón không hợp lý đặc biệt là phân đạm không những đẩy chi phí sản xuất lên cao, giảm khả năng kháng bệnh của cây, thu hút nhiều loại sâu hại mà còn ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm, giảm khả năng bảo quản và vận chuyển của sản phẩm và tác động xấu tới môi trường. Tất cả các vấn đề đó đều dẫn tới việc giảm hiệu quả kinh tế và kém bền vững của hệ thống sản xuất, đồng thời đây cũng là một trong những hạn chế trong canh tác rau tại địa bàn nghiên cứu.

Nhận xét và kết luận về các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp:

Qua kết quả điều tra, khảo sát điều tra nông hộ, đánh giá đất đai theo FAO đối với cây rau cải bắp và kết phân tích mẫu lá, phân tích cân bằng dinh dưỡng một phân (quy mô nông hộ) đã xác định được các yếu tố hạn chế chính về đất và dinh dưỡng đất ảnh hưởng đến canh tác cải bắp tại Sa Pa và Bắc Hà, bao gồm:

- Đất chua, người dân không có thói quen bón vôi, bệnh sưng rễ là bệnh phổ biến trên cây cải bắp tại địa bàn nghiên cứu. Do đó, cần thiết phải nghiên cứu lượng vôi bón phù hợp để nâng độ pH đất, hạn chế bệnh sưng rễ trên cải bắp.

- Đất thiếu hụt B đối với cây cải bắp, và bắt đầu có biểu hiện của sự thiếu hụt Cu, mặc dù chưa thật sự rõ ràng.

- Người dân sử dụng đạm quá nhiều cho cây cải bắp trong khi hàm lượng N trong lá cải bắp không có dấu hiệu thiếu hụt, thậm chí hơn 50% số mẫu có biểu hiện dư thừa. Kết quả cân bằng dinh dưỡng cho thấy hiệu quả sử dụng phân N và P_2O_5 thấp, đặc biệt là P_2O_5 trong khi đất tại vùng nghiên cứu có hàm lượng lân tương đối cao. Việc bón sử dụng phân bón không hợp lý không những đẩy chi phí sản xuất lên cao mà còn làm giảm khả năng bảo quản và vận chuyển của sản phẩm, ảnh hưởng đến môi trường. Kết quả này khẳng định sự cần thiết phải tiến hành các nghiên cứu nhằm giảm tỷ lệ sử dụng các chất dinh dưỡng đa lượng và phải bổ sung một số dinh dưỡng vi lượng cho cải bắp.

- Việc thừa lưu huỳnh trong lá cải bắp cũng được xác định là một trong các YTHC về việc sử dụng dinh dưỡng không cân đối của người dân, tuy nhiên, hạn chế này có thể khắc phục khi nông dân thay đổi thói quen sử dụng phân bón (không nên sử dụng liên tục các loại phân có chứa S, đặc biệt các loại phân bón chứa nhiều hàm lượng S) [23].

3.3. Nghiên cứu các giải pháp khắc phục một số yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất đối với cây rau cải bắp tại huyện Sa Pa và Bắc Hà

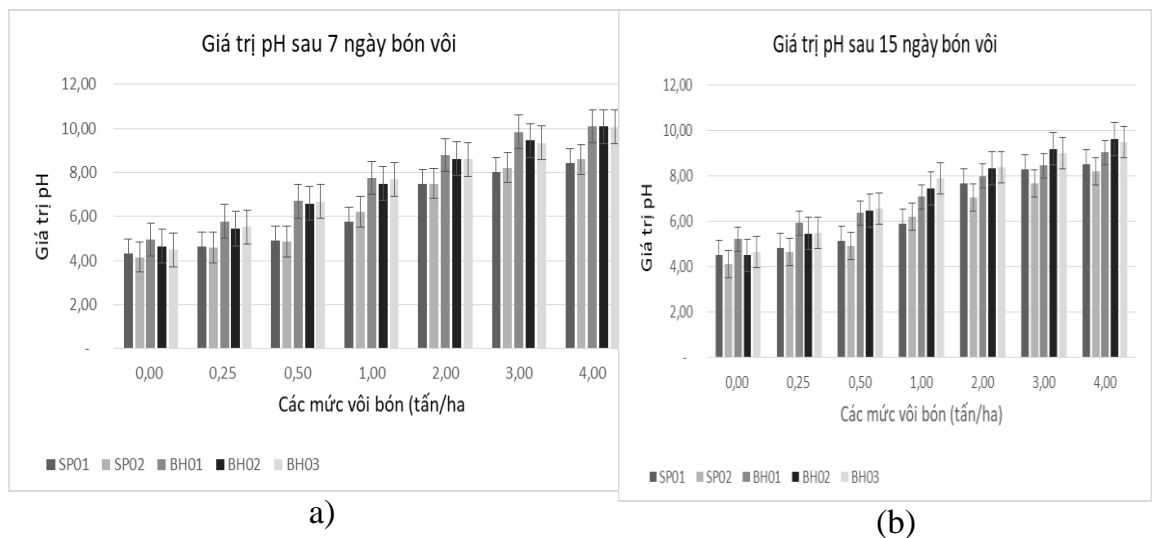
3.3.1. Xác định lượng vôi bón thích hợp cho cải bắp

3.3.1.1. Thí nghiệm trong phòng (thực hiện tại Viện Thổ nhưỡng Nông hóa):

Giá trị pH_{KCl} của 5 mẫu đất (2 mẫu tại Sa Pa, 3 mẫu tại Bắc Hà) và kết quả đo pH đất sau 7 ngày và 15 ngày với 8 mức vôi: 0,25 tấn vôi/ha; 0,5 tấn vôi/ha; 1,0 tấn vôi/ha; 2,0 tấn vôi/ha; 3,0 tấn vôi/ha và 4,0 tấn vôi/ha; 5,0 tấn vôi/ha và 6,0 tấn vôi/ha thể hiện ở bảng 3.13.

Với lượng vôi bón tăng lên, giá trị pH của các mẫu đất cũng tăng dần. Mức độ tăng pH của các mẫu đất ở Sa Pa có xu hướng chậm hơn các mẫu đất ở Bắc Hà. Giá trị pH_{KCl} đo sau 15 ngày của tất cả các mẫu đất đối với hầu hết các công thức đều thấp hơn giá trị đo sau 7 ngày nhưng không nhiều và không có sự sai khác đáng kể.

Độ pH của đất đạt giá trị gần trung tính với lượng vôi bón Ca(OH)_2 tương đương là 1 - 2 tấn/ha đối với các mẫu đất ở thị xã Sa Pa và từ 0,5 - 1 tấn đối với các mẫu đất ở huyện Bắc Hà. Độ pH này là phù hợp với sinh trưởng và phát triển của cây cải bắp và đặc biệt có thể giúp giảm thiểu được bệnh sưng rễ cải bắp (một loại bệnh có ảnh hưởng lớn đến năng suất cải bắp tại địa bàn nghiên cứu, đặc biệt là thị xã Sa Pa). Thông tin này là một chỉ số quan trọng cho các thử nghiệm tiếp theo tại đồng ruộng.



Hình 3.5. Ảnh hưởng của các mức vôi bón đến độ pH_{KCl} của đất sau 7 ngày (a) và sau 15 ngày (b)

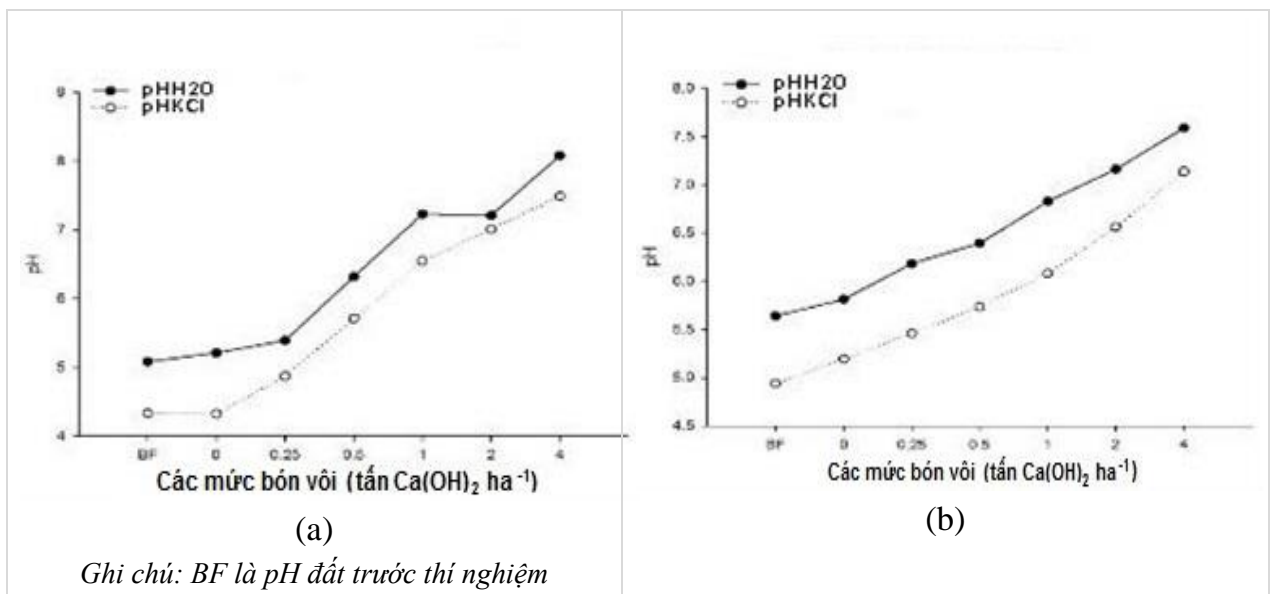
Bảng 3.13. Ảnh hưởng của các mức bón vôi đến giá trị pHKCl của mẫu đất sau 7 ngày và 14 ngày

CT	Lượng vôi bón (tấn/ha)	7 ngày sau bón					15 ngày sau bón					
		SP01	SP02	BH01	BH02	BH03	SP01	SP02	BH01	BH02	BH03	SP01
1	0,00	4,34	4,16	4,94	4,66	4,49	4,52	4,11	5,22	4,51	4,66	4,52
2	0,25	4,62	4,58	5,78	5,45	5,52	4,85	4,64	5,93	5,47	5,49	4,85
3	0,50	4,91	4,86	6,69	6,59	6,68	5,14	4,93	6,38	6,49	6,56	5,14
4	1,00	5,75	6,21	7,76	7,49	7,69	5,90	6,21	7,09	7,45	7,88	5,90
5	2,00	7,48	7,50	8,77	8,61	8,59	7,66	7,06	8,01	8,35	8,40	7,66
6	3,00	8,02	8,22	9,84	9,45	9,33	8,31	7,68	8,46	9,21	9,01	8,31
7	4,00	8,45	8,59	10,10	10,09	10,07	8,53	8,21	9,04	9,63	9,51	8,53

3.3.1.2. Thí nghiệm ngoài đồng ruộng:

* Vụ hè (trái vụ):

- Ảnh hưởng của vôi đến pH đất: Sử dụng các lượng vôi bón 0; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0 và 4,0 tấn/ha, kết quả thí nghiệm cho thấy cả pH_{KCl} và pH_{H₂O} của đất trồng cải bắp vụ hè tại Sa Pa đều đạt mức trung tính ở công thức thí nghiệm bón từ 1 - 2 tấn Ca(OH)₂/ ha, trong khi tại huyện Bắc Hà độ chua của đất đạt mức trung tính khi bón 0,5 - 2 tấn vôi/ ha (Hình 3.6).



Hình 3.6: Ảnh hưởng của các mức bón vôi đến giá trị pH đất trồng cải bắp vụ hè tại Sa Pa (a) và Bắc Hà (b)

- Ảnh hưởng của vôi đến năng suất cải bắp vụ hè: Năng suất sinh khối và năng suất phần bắp (thương phẩm) vụ hè thể hiện ở bảng 3.14. Do điều kiện thời tiết bất lợi, trời mưa liên tục dẫn tới cải bắp bị úng nước, thối nhũn hoặc một số cây bị chết, vì vậy tại huyện Bắc Hà không thu được năng suất, còn tại huyện Sa Pa thì sai số thí nghiệm khá cao (CV% = 20,6 %). Kết quả bảng 3.14 cho thấy: Năng suất sinh khối của công thức không bón vôi thấp nhất, chỉ đạt 35,60 tấn/ha, năng suất tổng sinh khối của bắp cải tăng lần lượt là 42,29 tấn/ha; 38,86 tấn/ha; 43,14 tấn/ha; 48,57 tấn/ha và 12,97 tấn/ha khi lượng vôi bón tăng lên qua các công thức lần lượt

từ 0,25 tới 4 tấn/ha, năng suất tổng sinh khối của cải bắp đạt cao nhất tại công thức 6 (4 tấn CaO/ha) đạt 48,57 tấn/ha.

Tương tự, đối với năng suất phần bắp của công thức không bón vôi là thấp nhất; chỉ đạt 21,71 tấn/ha. Năng suất phần bắp của bắp cải tăng lần lượt là 26,14 tấn/ha; 24,14 tấn/ha; 26,00 tấn/ha; 28,57 tấn/ha và 26,29 tấn/ha khi hàm lượng vôi bón tăng lên qua các công thức lần lượt từ 0,25 tới 4 tấn CaO/ha, năng suất phần bắp của bắp cải đạt cao nhất tại công thức 6 (4 tấn CaO/ha) đạt 28,57 tấn/ha.

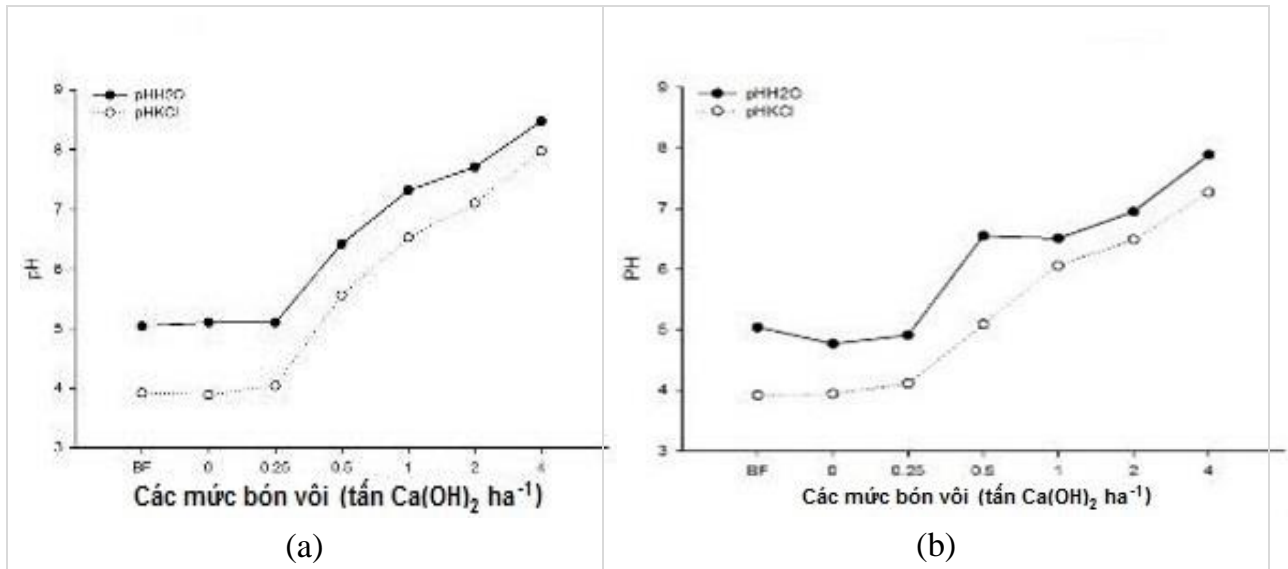
Như vậy, bón vôi có thể làm tăng cả năng suất tổng sinh khối và năng suất thương phẩm của cải bắp, ở mức 4 tấn vôi/ha thì tại vụ hè ở Sa Pa năng suất cải bắp trái vụ là cao nhất, tuy nhiên không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về năng suất của các công thức bón vôi khác nhau.

Bảng 3.14. Ảnh hưởng của các mức bón vôi đến năng suất cải bắp tại vụ hè

TT	Mức bón (tấn Ca(OH) ₂ /ha)	Sa Pa		Bắc Hà	
		NS sinh khối (tấn/ha)	NS phần bắp (tấn/ha)	NS sinh khối (tấn/ha)	NS phần bắp (tấn/ha)
CT1	0	35,6	21,7	Không thu được năng suất	
CT2	0,25	42,3	26,1		
CT3	0,50	40	26,3		
CT4	1,00	38,9	24,1		
CT5	2,00	43,1	26		
CT6	4,00	48,6	28,6		
CV%		20,6	23		
LSD ₀₅		12,5	9,71		

* Vụ đông (chính vụ):

- Ảnh hưởng của vôi đến pH đất: Kết quả thể hiện ở hình 3.7 cho thấy độ chua của đất canh tác cải bắp vụ đông (cả pH_{H_2O} và pH_{KCl}) tại huyện Sa Pa tăng từ mức chua đến mức trung tính khi bón từ 0,5 - 1 tấn vôi/ ha và tại Bắc Hà đạt mức trung tính khi bón từ 1 - 2 tấn vôi /ha.



Hình 3.7: Ảnh hưởng của các mức bón vôi đến giá trị pH đất trồng cải bắp vụ đông tại Sa Pa (a) và Bắc Hà (b)

- Ảnh hưởng của vôi đến năng suất cải bắp vụ đông: Do thời gian làm thí nghiệm thời tiết lạnh, lúc bắt đầu trồng xảy ra mưa lớn khiến nhiều cây con bị chết và phải trồng dặm lại nên đã ảnh hưởng không nhỏ tới sinh trưởng và phát triển của cải bắp cũng như kết quả thí nghiệm. Kết quả bảng 3.15 cho thấy tại Sa Pa: Năng suất sinh khối của cải bắp thấp nhất khi không bón vôi; khi lượng vôi bón tăng lên, năng suất cải bắp cũng tăng (trừ công thức bón 0,5 tấn vôi/ha) trong khi năng suất phần bắp tại Sa Pa thấp nhất ở mức bón 0,25 và 0,5 tấn vôi/ha; năng suất sinh khối và năng suất phần bắp của cải bắp đạt cao nhất (tương ứng 37,62 tấn/ha và 15,83 tấn/ha) khi bón 4 tấn vôi/ha. Tuy nhiên, sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

Phản ứng của cải bắp chính vụ với các liều lượng vôi bón khác nhau tại Bắc Hà có xu hướng trái ngược với ở Sa Pa. Năng suất của cải bắp cao nhất tại công

thức không bón vôi, sau đó năng suất giảm dần theo các mức vôi bón (vôi bón tăng dần lên), ở mức bón 4 tấn vôi/ha năng suất cải bắp thấp nhất. Có thể nhận thấy khi bón vôi cho cải bắp tại Bắc Hà làm giảm năng suất bắp cải, tuy nhiên sự sai khác này cũng không có ý nghĩa thống kê.

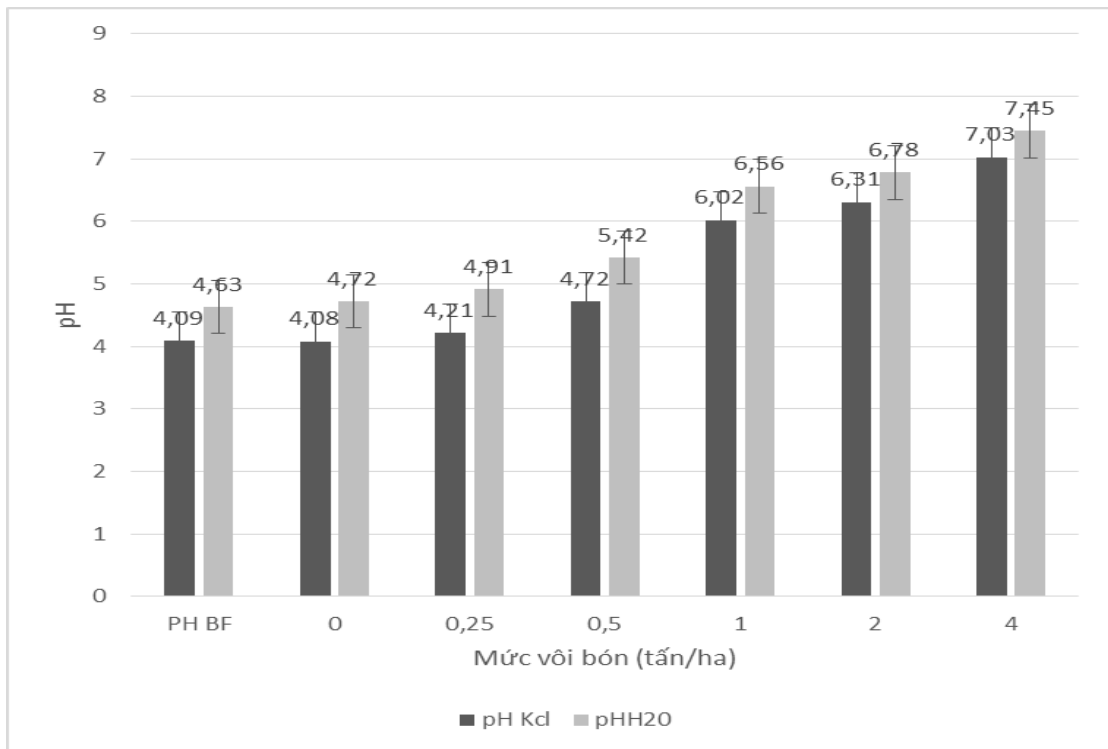
Bảng 3.15. Ảnh hưởng của các mức bón vôi đến năng suất cải bắp tại vụ đông ở Sa Pa và Bắc Hà

TT	Mức bón (tấn $\text{Ca(OH)}_2/\text{ha}$)	Sa Pa		Bắc Hà	
		NS sinh khối (tấn/ha)	NS phần bắp (tấn/ha)	NS sinh khối (tấn/ha)	NS phần bắp (tấn/ha)
CT1	0	32,04	12,23	36,15	15,92
CT2	0,25	31,06	10,89	34,51	15,04
CT3	0,50	25,49	10,87	30,35	11,60
CT4	1,00	33,79	13,81	20,58	5,74
CT5	2,00	33,32	14,72	22,69	6,17
CT6	4,00	37,62	15,83	16,44	3,50
<i>CV%</i>		16,5	32,6	26,8	47,8
<i>LSD₀₅</i>		14,46	11,63	11,24	7,15

Như vậy, để cải thiện độ chua của đất trồng cải bắp, nâng độ pH của đất từ chua lên trung tính, đây là mức phù hợp với cải bắp và làm giảm tối đa ảnh hưởng của các yếu tố hạn chế trong điều kiện đất chua cần bón từ 0,5 – 2 tấn $\text{Ca(OH)}_2/\text{ha}$ tùy vào tính chất đất và thời vụ gieo trồng.

Tuy nhiên, để đánh giá ảnh hưởng của lượng vôi bón đến năng suất cải bắp, cần thiết phải tiến hành thêm một số thí nghiệm vì trong quá trình thực hiện các thí nghiệm xác định lượng vôi bón, tại vùng nghiên cứu xảy ra hiện tượng thời tiết có nhiều bất thường ảnh hưởng đến sai số thí nghiệm.

Để có thêm bằng chứng về ảnh hưởng của lượng vôi bón đến năng suất cải bắp, tiến hành thí nghiệm bón vôi ở 6 mức kết hợp phun vi lượng Zn (0,2%) + B (0,2%) + Mo (0,1%) + Cu (0,2%) + Urea (0,5%). Kết quả hình 3.8 cho thấy: bón 4 tấn $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /ha làm tăng $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ và pH_{Kd} lần lượt từ 4,72 – 7,45 và 4,08 – 7,03. Bón ở mức 1 – 2 tấn $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /ha làm tăng pH lên mức trung tính.



Hình 3.8: Ảnh hưởng của các mức bón vôi trên nền bổ sung vi lượng đến giá trị pH đất trồng cải bắp vụ đông tại Bắc Hà

Tương tự kết quả trong thí nghiệm ở nền không bổ sung vi lượng, đối với nền có bổ sung vi lượng, năng suất của cải bắp (cả năng suất sinh khối và năng suất phần bắp) đều không có sự sai khác đáng kể giữa các công thức có bón vôi so với công thức không bón vôi, giữa các mức vôi khác nhau cũng không có sự sai khác về

năng suất cải bắp và sự sai khác (nếu có) cũng không cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (bảng 3.16).

Bảng 3.16. Ảnh hưởng của các mức bón vôi trên nền có bổ sung vi lượng đến năng suất cải bắp tại vụ đông ở Bắc Hà

CT	Mức bón vôi (kg Ca(OH) ₂ /ha)	Năng suất sinh khối (tấn/ha)	Năng suất phần bắp (tấn/ha)
CT1	0	50,60	30,34
CT2	0,25	52,84	31,19
CT3	0,50	46,20	26,45
CT4	1,00	50,52	29,81
CT5	2,00	49,43	28,06
CT6	4,00	51,48	29,81
CV%		10,3	14,7
LSD ₀₅		7,79	6,49

3.3.2. Xác định lượng đạm bón thích hợp cho cải bắp

- Kết quả phân tích đất khu thí nghiệm thể hiện ở bảng 3.17 và cho thấy đất trong khu vực thí nghiệm không đồng nhất, có đặc điểm chung là khá nghèo dinh dưỡng, đất phản ứng chua và dung tích hấp thu ở mức thấp.

Bảng 3.17: Kết quả phân tích đất trước thí nghiệm

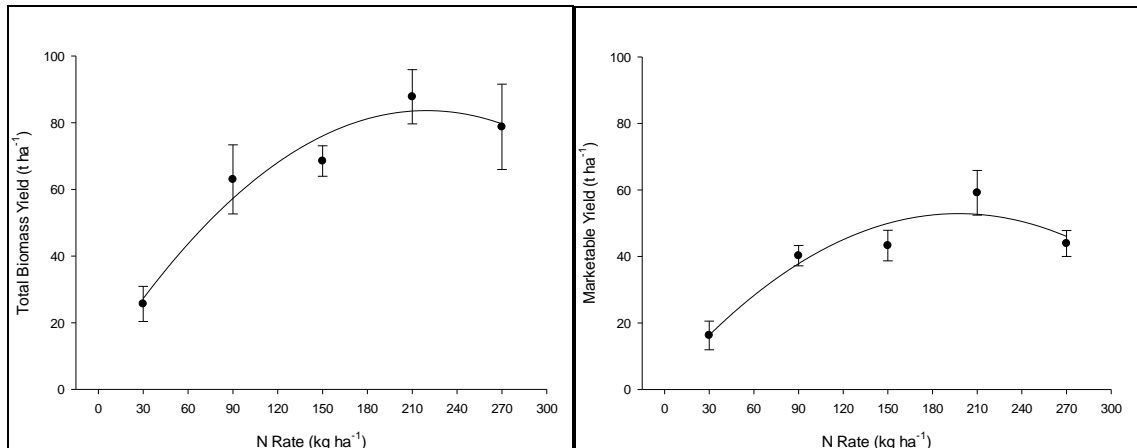
STT	Hàm lượng tổng số (%)				Đề tiêu (mg/100g)		pH		CEC (me/100g đất)
	OC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	KCl	H ₂ O	
1	1,34	0,16	0,15	1,85	2,97	20,5	4,48	6,16	14,25
2	0,89	0,05	0,09	1,53	5,07	14,62	4,09	5,82	12,35
3	0,94	0,08	0,05	1,79	6,44	9,26	5,21	6,46	13,1
4	0,56	0,04	0,06	1,25	6,28	11,25	4,61	6,33	11,44
5	1,46	0,12	0,12	0,98	4,67	0,98	4,07	6,00	10,36
6	0,56	0,04	0,08	1,00	4,70	1,03	4,73	6,02	5,86
TB	0,96	0,08	0,09	1,40	5,02	9,61	4,53	6,13	11,23

Ảnh hưởng của các mức bón đạm đối với cải bắp ở bảng 3.18: Năng suất sinh khối (năng suất cây) và năng suất phần bắp (năng suất thương phẩm) đều tăng khi tăng lượng phân đạm bón từ mức 30 kg N/ha lên các mức cao hơn (90, 150, 210 và 270 kg N/ha). Tuy nhiên, đạt mức cao nhất tại mức bón 210 – 240 kg N/ha (Hình 3.9) và giảm khi lượng đạm bón tăng lên tới 270 kg N/ha. Kết quả này cho thấy mức đạm bón thích hợp đối với cải bắp là 210 – 240 kg N/ha với hiệu quả nông học của phân bón đạt 203,81 kg cải bắp trên mỗi kg N bón. Kết quả này có thể tương đương với mức khuyến cáo chung cho cây cải bắp [42].

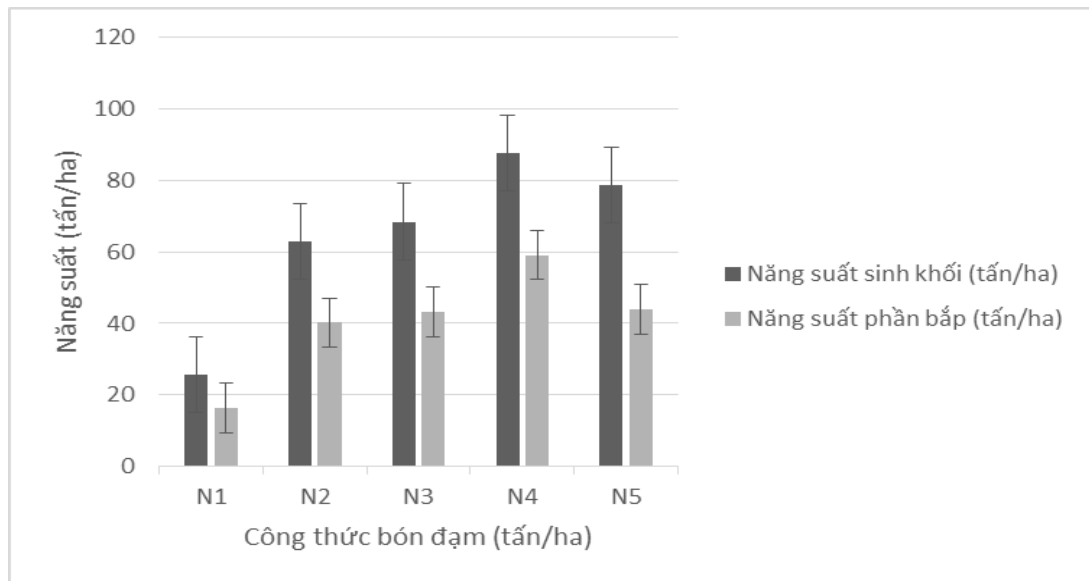
Bảng 3.18. Ảnh hưởng của các mức bón đạm đối với cải bắp

CT	Mức bón đạm (kg N/ha)	Năng suất sinh khối (tấn/ha)	Năng suất phần bắp (tấn/ha)	Hiệu suất nông học (kg/kg N)	Hiệu lực lượng đạm bón (%)
CT1	30	25,73	16,30	-	
CT2	90	63,00	40,23	265,56	146,63
CT3	150	68,50	43,30	180,00	7,71
CT4	210	87,78	59,13	203,81	36,49
CT5	270	78,80	43,90	102,22	(25,72)
<i>CV%</i>		<i>15,7</i>	<i>21,2</i>		
<i>LSD₀₅</i>		<i>16,1</i>	<i>13,4</i>		

Năng suất đạt đỉnh tại mức bón 210 kg N/ha (Hình 3.10) và đi ngang đến mức bón 240 kg N/ha, sau đó giảm dần. Năng suất tại mức bón 210 kg N/ha có sự khác biệt rõ đối với tất cả các mức bón khác còn lại. Sự chênh lệch năng suất giữa các mức bón có sự khác biệt khá rõ: Bón 90 kg N/ha làm tăng năng suất lên 24 kg/ha (phần bắp); tương ứng với 146,63 so với mức 30 kg N. Bón thêm 60 kg N/ha ở các mức tiếp theo thì năng suất cải bắp chỉ tăng 7,8 %. Bón ở mức 210 kg N/ha năng suất tăng thêm 16 kg/ha, và ở mức 270 kg N thì năng suất giảm 15 kg/ha, tương ứng giảm 25,72 % so với công thức bón 30 kg N/ha



Hình 3.9. Ảnh hưởng của lượng đạm bón với tổng sinh khối (bên trái) và năng suất (bên phải) của cải bắp



Hình 3.10. Ảnh hưởng của lượng đạm bón đến năng sinh khối phần bắp (N1 đến N5 là mức bón 30, 90, 150, 210 và 270 kg N/ha)

3.3.3. Xác định lượng lân bón thích hợp cho cải bắp

3.3.3.1. Xác định lượng lân bón thích hợp cho cải bắp trên nền không bón vôi

Kết quả thí nghiệm (bảng 3.19) cho thấy, năng suất sinh khối của cải bắp tỷ lệ thuận với hàm lượng lân bón, cao nhất ở mức bón lân 150 kg P₂O₅/ha với năng

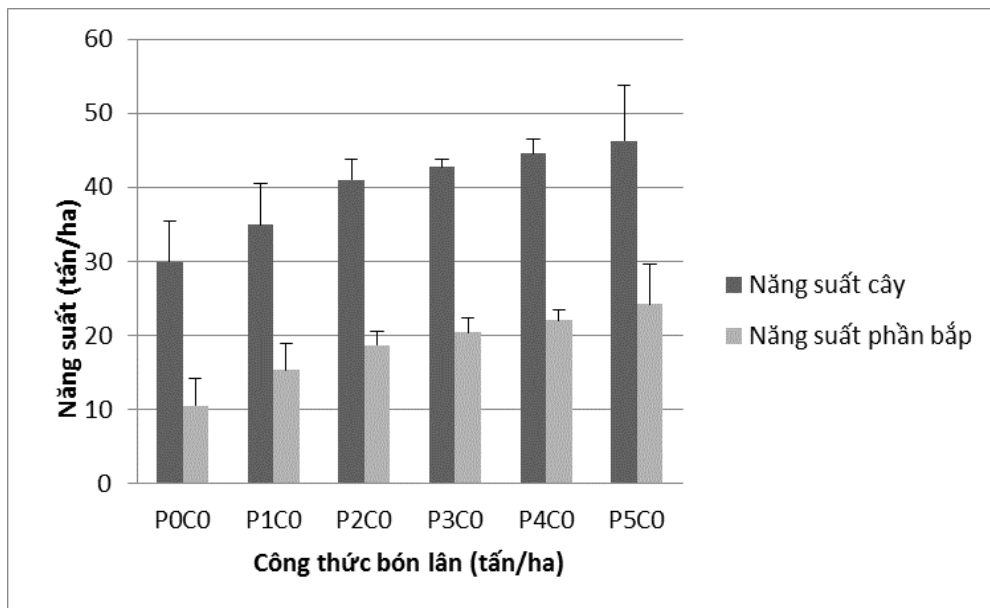
suất sinh khối 46,25 tấn/ha, trọng lượng cây trung bình 2,02 kg/cây và giảm dần theo mức lân bón 120, 90, 60 kg P₂O₅/ha. Tuy nhiên, sự sai lệch giữa các công thức bón này là không rõ. Công thức bón 30 kg P₂O₅ và đối chứng (không bón lân) thấp rõ rệt hơn các công thức khác và công thức đối chứng cho năng suất sinh khối ở mức 29,95 tấn/ha, trọng lượng cây trung bình 1,31 kg/cây.

Tương tự như năng suất sinh khối, hàm lượng lân bón cũng ảnh hưởng rất rõ đến năng suất phần bắp (phần ăn được) và qua đó ảnh hưởng đến năng suất thương phẩm của cải bắp. Năng suất cao nhất ở mức bón 150 kg P₂O₅/ha với 24,20 tấn/ha, nhưng hiệu lực nông học lại thấp, chỉ đạt 91 kg/kg P₂O₅ và thấp nhất ở công thức đối chứng, với 10,51 tấn/ha.

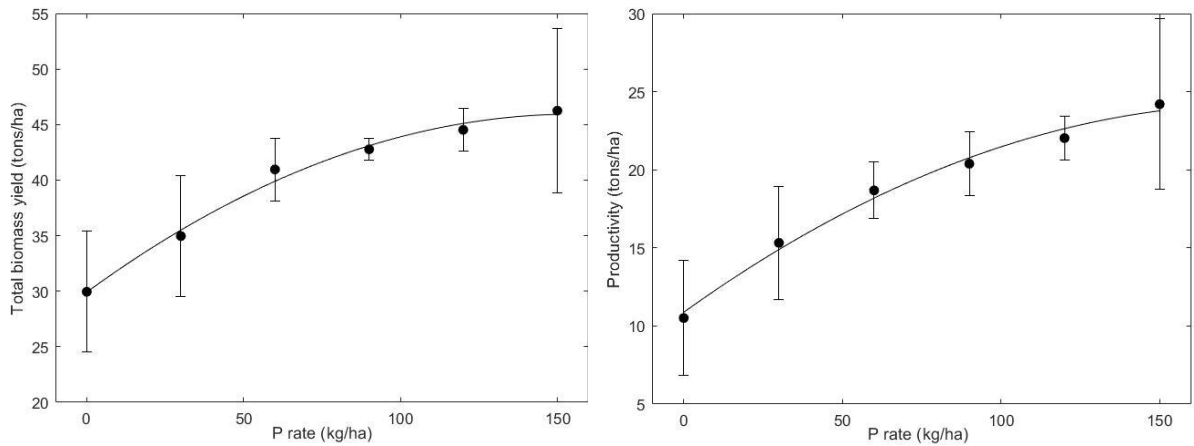
Bảng 3.19. Ảnh hưởng của các mức bón lân đến năng suất cải bắp trên nền không bón vôi

CT	Mức bón (kg P ₂ O ₅ /ha)	Năng suất sinh khối (tấn/ha)	Năng suất phần bắp (tấn/ha)	Hiệu quả nông học (kg/kg P ₂ O ₅)	Hiệu lực lượng lân bón (%)
CT1	0	29,95	10,51	-	
CT2	30	34,96	15,32	160,33	45,77
CT3	60	40,96	18,68	136,17	21,93
CT4	90	42,78	20,39	109,78	9,15
CT5	120	44,52	22,03	96,00	8,04
CT6	150	46,25	24,20	91,27	9,85
<i>CV (%)</i>		<i>11,2</i>	<i>17,9</i>	-	
<i>LSD_{0,05}</i>		<i>6,75</i>	<i>5,01</i>	-	

Bón lân làm tăng rõ rệt năng suất cải bắp (Bảng 3.19 và Hình 3.11), tuy nhiên mức bón càng tăng thì chênh lệch năng suất giữa các mức bón lân càng giảm. Bón 30 kg P_2O_5 /ha làm tăng năng suất 45,77% so với không bón lân; bón thêm 30 kg P_2O_5 /ha (công thức bón 60 kg P_2O_5 /ha) năng suất tăng 21,9 %. Nhưng nếu tiếp tục bón tăng thêm 30 kg P_2O_5 /ha (công thức bón 90, 120 và 150 kg P_2O_5 /ha) thì năng suất cũng chỉ tăng thêm 8 - 10%. Hơn nữa, năng suất cải bắp cũng thể hiện xu thế đi xuống bắt đầu tại mức bón mức bón 150 kg P_2O_5 /ha (Hình 3.12) và mặc dù bón ở mức 150 P_2O_5 /ha/ha năng suất cải bắp là cao nhất nhưng hiệu quả nông học lại không cao. Do đó, trong thí nghiệm này mức bón 120 P_2O_5 /ha là phù hợp và có hiệu quả đối với cây cải bắp tại địa bàn nghiên cứu.



Hình 3.11. Ảnh hưởng của lượng phân lân đến năng suất sinh khối và phần bắp trên nền không bón vôi (P0 đến P5 là mức bón lân 0, 30, 60, 90 120 và 150 kg P_2O_5 /ha; C0 là không bón vôi)



Hình 3.12. Ảnh hưởng của lượng lân trên nền không bón vôi với tổng sinh khối (bên trái) và năng suất (bên phải) của cải bắp

3.3.3.2. Ảnh hưởng của lượng phân lân tới năng suất cải bắp trên nền có bón vôi:

Khác với bón lân trên nền không bón vôi, năng suất sinh khối của cải bắp cao nhất ở mức bón lân 120 kg P_2O_5 /ha với năng suất 42,32 tấn/ha (trọng lượng cây trung bình là 1,85 kg/cây). Năng suất sinh khối/cây có sự khác biệt rõ giữa 3 nhóm mức bón 0, 30 với 60, 90 và 120, 150 kg P_2O_5 /ha (Bảng 3.20).

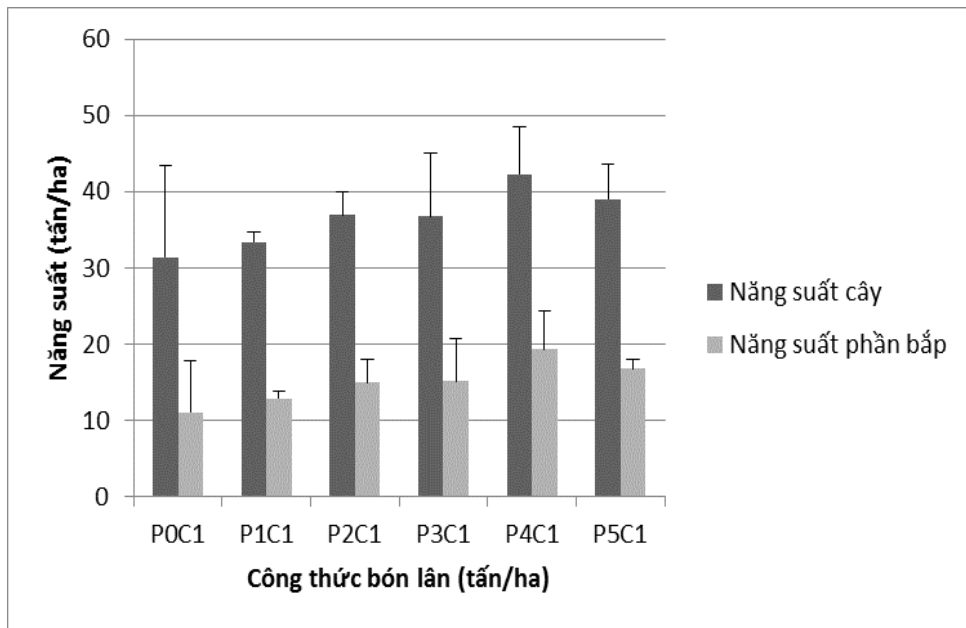
Tương tự như năng suất sinh khối, năng suất phần bắp cao nhất ở mức bón lân 120 kg P_2O_5 /ha với năng suất 19,35 tấn/ha và thấp nhất ở công thức đối chứng với 11,08 tấn/ha.

Chênh lệch năng suất giữa các mức bón lân trên nền bón 2 tấn vôi/ha có sự khác biệt khá rõ so với trên nền không bón vôi (Bảng 3.20 và Hình 3.13). Bón 30 kg P_2O_5 /ha làm tăng năng suất (phần bắp) 15,88% so với không bón lân. Bón thêm 30 kg P_2O_5 /ha ở các mức tiếp theo thì năng suất cải bắp chỉ tăng 3,6 – 24,6 %. Bón ở mức 150 kg P_2O_5 /ha năng suất còn giảm 13,33 % so với công thức bón 120 kg P_2O_5 /ha.

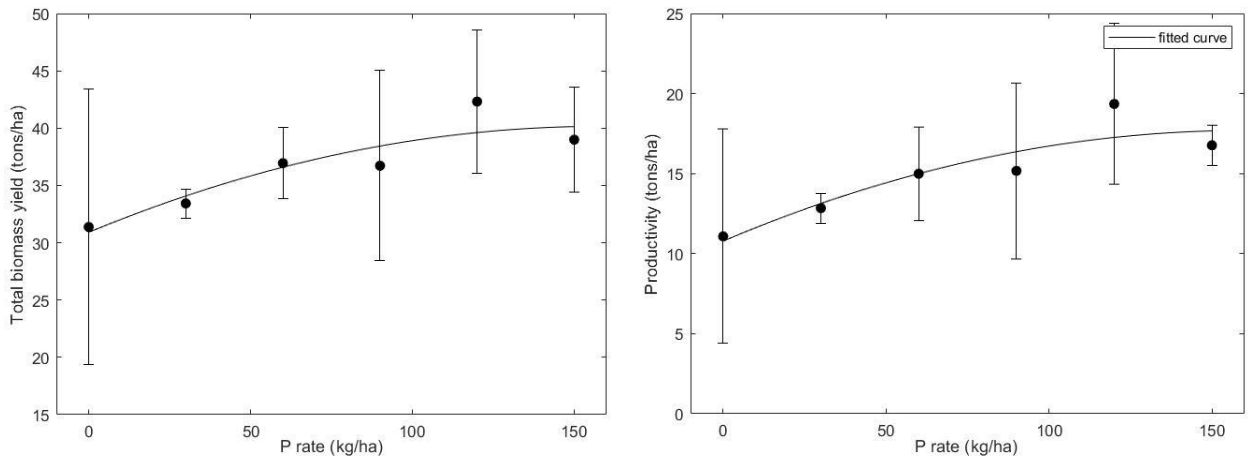
Bảng 3.20. Ảnh hưởng của lượng phân lân đến năng suất cải bắp trên nền có bón vôi

CT	Mức bón (kg P ₂ O ₅ /ha)	Năng suất sinh khối (tấn/ha)	Năng suất phần bắp (tấn/ha)	Hiệu quả nông học (kg/kg P ₂ O ₅)	Hiệu lực lượng lân bón (%)
CT1	0	29,94	11,08	-	
CT2	30	33,43	12,84	58,67	15,88
CT3	60	36,94	14,99	65,17	16,74
CT4	90	37,77	15,53	49,44	3,60
CT5	120	42,32	19,35	68,92	24,60
CT6	150	40,84	16,77	37,93	(13,33)
<i>CV (%)</i>		<i>13,31</i>	<i>30,05</i>		
<i>LSD_{0,05}</i>		<i>7,40</i>	<i>7,05</i>		

Khác với trên nền không bón vôi, khi bổ sung 2 tấn Ca(OH)₂/ha thì năng suất cải bắp đạt cao nhất khi bón lân ở mức 120 kg P₂O₅/ha và bắt đầu có xu hướng đi ngang (hình 3.14), năng suất thấp hơn ở mức 150 kgP₂O₅/ha. Như vậy, trên nền có bón vôi mức lân phù hợp với cải bắp là 120 kg P₂O₅/ha. Đây cũng là mức phân bón có hiệu suất nông học cao nhất.



Hình 3.13. Ảnh hưởng của lượng phân lân đến năng suất sinh khối và phân bấp trên nền có bón vôi (P0 đến P5 là mức bón lân 0, 30, 60, 90 120 và 150 kg P_2O_5 /ha; C1 là bón vôi mức 2 tấn/ha)



Hình 3.14. Ảnh hưởng của lượng lân trên nền có bón vôi với tổng sinh khối (bên trái) và năng suất (bên phải) của cải bấp

Vôi được khuyến cáo sử dụng khá nhiều, với mục đích là giảm độ chua của đất và hạn chế bệnh sưng rễ ở cải bấp tại địa bàn nghiên cứu [79]. Tuy nhiên, kết quả thí nghiệm cho thấy: Công thức không bón vôi ở cả 4 mức bón lân 30, 60, 90, 120 và 150 kg P_2O_5 /ha đều cho năng suất cao hơn so với có bón vôi, mặc dù sự

chênh lệch là không đáng kể và không có ý nghĩa thống kê. Hơn nữa, trong các thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của vôi đến năng suất cải bắp ở cả nền không bổ sung vi lượng và nền có bổ sung vi lượng cũng không nhận thấy ảnh hưởng nào của việc bón vôi đến năng suất cải bắp. Như vậy, tại vùng nghiên cứu chỉ nên bón vôi với mục đích hạn chế ảnh hưởng của bệnh sưng rễ, chứ không có tác dụng trong tăng năng suất cây cải bắp [22].

3.3.4. Nghiên cứu bổ sung vi lượng phù hợp cho cây cải bắp

3.3.4.1. Vụ hè năm 2017 (trái vụ) tại Sa Pa:

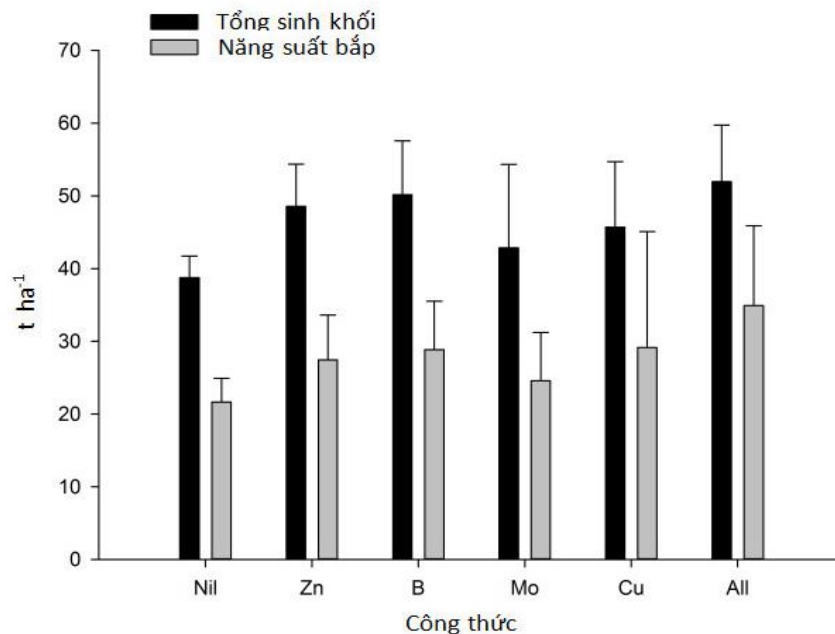
Năng suất cải bắp trái vụ tại các công thức bổ sung vi lượng thể hiện ở bảng 3.21.

Bảng 3.21. Ảnh hưởng của các công thức bón vi lượng đến năng suất cải bắp vụ hè tại Sa Pa

CT	Công thức vi lượng	Năng suất sinh khối (tấn/ha)	Năng suất bắp (tấn/ha)
CT1	Đối chứng	38,74	21,66
CT2	Zn	48,57	27,43
CT3	B	50,14	29,14
CT4	Mo	42,86	24,57
CT5	Cu	45,71	28,86
CT6	Kết hợp	51,94	34,91
<i>CV (%)</i>		<i>17,0</i>	<i>33,2</i>
<i>LSD</i>		<i>11,89</i>	<i>14,73</i>

Kết quả ở bảng 3.21 và hình 3.15 cho thấy: Đối với vụ hè thì công thức không bổ sung vi lượng có năng suất sinh khối và năng suất thương phẩm thấp nhất. Công thức bón bổ sung B (CT3) và công thức kết hợp Zn + B + Mo + Cu (CT6)

làm tăng đáng kể năng suất sinh khối và năng suất thương phẩm so với công thức đối chứng (CT1). Khi bón bổ sung B năng suất sinh khối tăng hơn so với đối chứng 29,43 %, đạt 48,57 tấn/ha; bón bổ sung công thức kết hợp năng suất sinh khối tăng hơn so với đối chứng 34,07 %, đạt 51,94 tấn/ha. Tiếp đến là công thức bổ sung Zn (CT2) với năng suất sinh khối là 48,57 tấn/ ha và năng suất thương phẩm là 27,43 tấn/ha. Công thức bổ sung Cu (CT5) làm tăng năng suất bắp cải ít hơn so với các công thức trên. Công thức bổ sung Mo (CT4) có làm tăng năng suất cải bắp so với đối chứng nhưng không đáng kể.



Hình 3.15. Ảnh hưởng của các công thức bổ sung vi lượng đối với năng suất sinh khối và năng suất phần bắp trong vụ hè 2016 tại Sa Pa. Công thức đối chứng (nil) không bón vi lượng, và các ký hiệu Zn, B, Mo, Cu thể hiện công thức bón vi lượng đơn lẻ, all là công thức kết hợp của Zn + B + Mo + Cu

3.3.4.2.. Vụ đông năm 2017 (chính vụ) tạ Sa Pa và Bắc Hà:

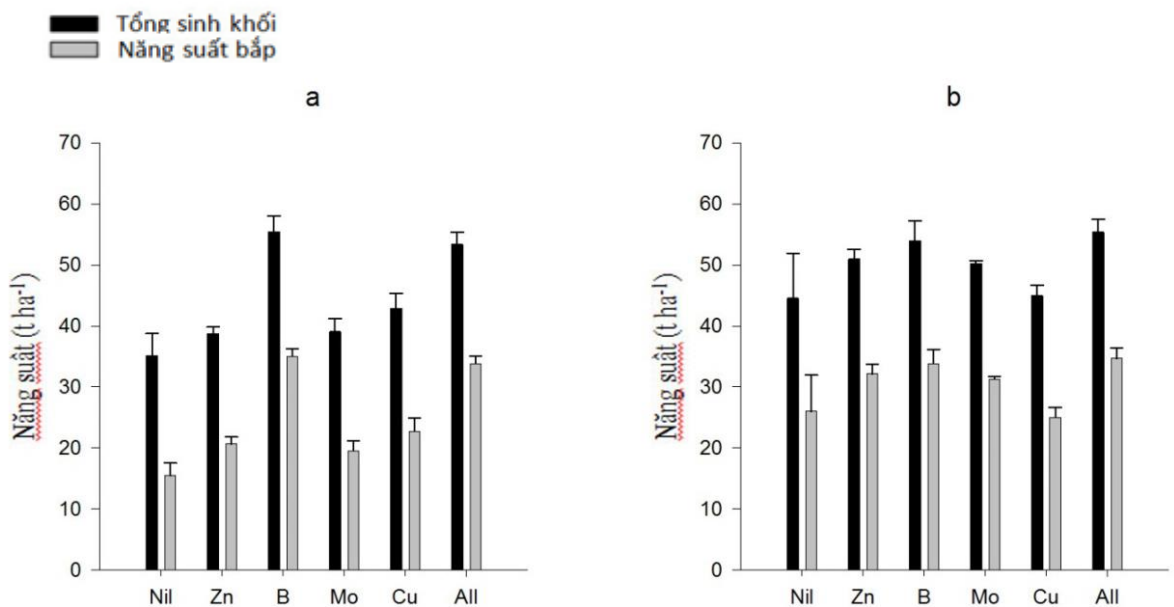
Năng suất cải bắp chính vụ tại các công thức bổ sung vi lượng thể hiện ở bảng 3.22.

Bảng 3.22. Ảnh hưởng của các công thức bón vi lượng đến năng suất cải bắp vụ đông tại Sa Pa tại Sa Pa và Bắc Hà

CT	Công thức vi lượng	Tại Sa Pa		Tại Bắc Hà	
		Năng suất sinh khối (tấn/ha)	Năng suất bắp (tấn/ha)	Năng suất sinh khối (tấn/ha)	Năng suất bắp (tấn/ha)
CT1	Đối chứng	44,57	26,00	35,14	15,50
CT2	Zn	51,00	32,14	37,77	20,69
CT3	B	54,00	33,85	55,45	35,02
CT4	Mo	50,28	31,29	39,09	19,55
CT5	Cu	45,00	25,00	42,90	22,72
CT6	Kết hợp	55,43	34,71	53,43	33,86
	<i>CV (%)</i>	<i>13,68</i>	<i>18,25</i>	<i>10,32</i>	<i>13,25</i>
	<i>LSD</i>	<i>10,32</i>	<i>8,39</i>	<i>6,87</i>	<i>4,90</i>

Đối với các thí nghiệm ở cải bắp chính vụ, tại các công thức bón bổ sung B, kể cả việc bổ sung B đơn (CT3) và kết hợp với các nguyên tố khác (CT6), năng suất tổng sinh khối và năng suất phần bắp đều tăng ở cả hai huyện và đạt giá trị cao nhất (Bảng 3.22 và hình 3.16). Năng suất tăng rõ rệt tại Bắc Hà với năng suất tăng > 50 % so với đối chứng ở công thức bón bổ sung B (năng suất sinh khối đạt 55,45 tấn/ha, năng suất phần bắp đạt 35,02 tấn/ha) và năng suất tăng ~ 120 % so với đối chứng ở công thức bón kết hợp (năng suất sinh khối đạt 53,43 tấn/ha, năng suất phần bắp đạt 33,86 tấn/ha). Tại Sa Pa, năng suất công thức bổ sung B và công thức kết hợp cũng đạt giá trị cao nhất nhưng tỷ lệ tăng so

với đối chứng không cao bằng huyện Bắc Hà, năng suất tăng từ 21 – 30 % so với đối chứng ở công thức bón bổ sung B, năng suất tăng 24 – 33 % so với đối chứng ở công thức bón kết hợp. Tại Sa Pa, công thức bón bổ sung Zn đạt năng suất cao thứ 3 (sau công thức B và công thức kết hợp), tiếp đến là công thức bón bổ sung Mo và công thức bón bổ sung Cu. Tại Bắc Hà, công thức bón bổ sung Cu đạt năng suất cao thứ 3, tiếp đến là công thức bón bổ sung Mo và công thức bón bổ sung Zn. Tuy nhiên, so với đối chứng thì mức tăng của các công thức này (ở cả 2 huyện) đều không có ý nghĩa thống kê.



Hình 3.16. Ảnh hưởng của vi lượng tới tổng sinh khối và năng suất bắp cải tại vụ đông tại Bắc Hà (a) và Sa Pa (b). Công thức đối chứng (nil) không bón vi lượng, và các ký hiệu Zn, B, Mo, Cu thể hiện công thức bón vi lượng đơn lẻ, all là công thức kết hợp của Zn + B + Mo + Cu

Đối với vụ cả hè (trái vụ) và vụ đông (chính vụ) thì công thức bón bổ sung nguyên tố B (B (0,2%) và công thức kết hợp bón cả 4 nguyên tố (Zn (0,2%) + B (0,2%) + Mo (0,1%) + Cu (0,2%)) làm tăng đáng kể năng suất bắp cải bắp và so với công thức đối chứng (không phun vi lượng). Công thức bón bổ sung Cu không làm tăng

năng suất nhiều so với đối chứng càng khẳng định thêm việc thiếu Cu trong đất là chưa có bằng chứng rõ ràng.

3.3.5. Xây dựng mô hình thực nghiệm canh tác rau cải bắp có hiệu quả trên cơ sở kết quả các giải pháp khắc phục các yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất với cây rau cải bắp tại vùng nghiên cứu

Nhằm kiểm chứng hiệu quả của giải pháp khắc phục yếu tố hạn chế đã trình bày ở trên. Căn cứ vào kết quả ở các nghiên cứu về các giải pháp khắc phục yếu tố hạn chế về đất và dinh dưỡng đất, đã thực hiện mô hình thâm canh tăng năng suất cải bắp tại thị xã Sa Pa trong 2 vụ: vụ Hè năm 2018 (trái vụ) và vụ Đông năm 2018 (chính vụ).

Khả năng sinh trưởng và phát triển của cải bắp phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó các biện pháp kỹ thuật đóng vai trò rất quan trọng. Việc đánh giá chỉ tiêu sinh trưởng và phát triển thông qua mô hình là cơ sở để khẳng định chính xác hơn tính hiệu quả của các biện pháp kỹ thuật được áp dụng vào sản xuất. Từ đó, góp phần nâng cao kiến thức, kỹ năng thay đổi tập quán canh tác của nông dân, tăng hiệu suất lao động, tăng hiệu quả kinh tế, đồng thời góp phần bảo vệ môi trường, sinh thái bền vững.

Đối với rau ăn lá như cải bắp, các chỉ tiêu đường kính tán, đường kính bắp, chiều cao bắp là yếu tố quyết định đến năng suất cải bắp. Theo dõi và xử lý kết quả các chỉ tiêu sinh trưởng trên ruộng mô hình của nông dân và thử nghiệm trong thời gian nghiên cứu thu được kết quả như sau: Đến thời điểm thu hoạch, tỷ lệ cuốn bắp của cả 2 mô hình tương đương nhau. Trong cả 2 vụ, đường kính bắp và chiều cao bắp ở mô hình của nông dân nhỉnh hơn so với mô hình thử nghiệm. Điều này cho thấy, bắp cải ở mô hình của nông dân to hơn bắp cải trong mô hình thử nghiệm. Tuy nhiên, độ chặt bắp (là một trong các yếu tố quyết định khối lượng trung bình bắp, năng suất thực thu cũng như độ tươi ngon của cải bắp) trong mô hình thử nghiệm lại có giá trị lớn hơn so với mô hình nông dân, độ chặt bắp vụ hè của mô hình thử

thử nghiệm là $0,81 \text{ g/cm}^3$ trong khi của nông dân là $0,66 \text{ g/cm}^3$; độ chặt bắp vụ đông của mô hình thử nghiệm là $0,92 \text{ g/cm}^3$ trong khi của nông dân là $0,82 \text{ g/cm}^3$ (bảng 3.23).

Bảng 3.23. Một số chỉ tiêu cấu thành năng suất cải bắp của mô hình

Chỉ tiêu theo dõi	Nông dân		Thử nghiệm	
	Vụ hè	Vụ đông	Vụ hè	Vụ đông
Tỷ lệ cuốn bắp (%)	96	100	97	100
Khối lượng bắp (kg)	1,65	2,16	1,86	2,36
Chiều cao bắp (cm)	11,27	11,69	10,82	11,60
Đường kính bắp (cm)	20,66	20,81	20,11	20,58
Độ chặt bắp (g/cm^3)	0,66	0,82	0,81	0,92

Năng suất cải bắp cao hay thấp chịu sự tác động của nhiều yếu tố. Những yếu tố ngoại cảnh như ánh sáng, nhiệt độ, lượng mưa, sâu bệnh hại... gây ảnh hưởng lớn đến năng suất của cây trồng. Sâu bệnh là yếu tố gây hại cho quá trình sinh trưởng và phát triển, do đó làm suy giảm năng suất và chất lượng cải bắp. Trong đó, mức độ gây hại của sâu bệnh hại phụ thuộc không chỉ vào giống mà còn phụ thuộc lớn vào yếu tố thời tiết và điều kiện canh tác. Theo dõi cho thấy sâu hại tại mô hình chủ yếu là sâu xám, rệp và bọ nhảy, bệnh thối nhũn và đốm lá, tỷ lệ sâu hại ở mô hình thực nghiệm giảm từ 13 – 19 %; tỷ lệ bệnh (thối nhũn, đốm lá) giảm từ 16 – 22 % so với mô hình nông dân. Do đó, tỷ lệ thu hoạch của cải bắp trong mô hình thử nghiệm cao hơn so với nông dân, vụ hè tỷ lệ thu hoạch của mô hình là 93,2% và vụ đông là 96,5% trong khi của nông dân tương ứng là 86,7 % và 89,1 %.

Kết quả theo dõi các chỉ tiêu năng suất, giữa mô hình thực nghiệm với canh tác của nông dân được trình bày trong bảng 3.24:

Bảng 3.24: Một số chỉ tiêu năng suất cải bắp của mô hình

Vụ	Tỷ lệ thu hoạch (%)		Trọng lượng bắp TB (kg/bắp)		Năng suất tấn/ha		Tăng so với ĐC (%)
	Nông dân	Thử nghiệm	Nông dân	Thử nghiệm	Nông dân	Thử nghiệm	
	Vụ hè	86,7	93,2	1,65	1,86	45.778	
Vụ đông	89,1	96,5	2,16	2,31	61.586	71.333	15,85

Kết quả bảng 3.24 cho thấy: Đối với cả 2 vụ, trọng lượng bắp trung bình của ruộng thử nghiệm cao hơn ruộng của nông dân mặc dù kích thước của bắp nhỏ hơn, trọng lượng bắp vụ hè và vụ đông của mô hình nông dân là 1,65 kg/bắp và 2,16 kg/bắp; của mô hình thử nghiệm là 1,86 kg/bắp và 2,31 kg/bắp. Do trọng lượng bắp cao hơn và tỷ lệ thu hoạch cao hơn, nên năng suất bắp vụ đông của mô hình thử nghiệm cao hơn 15,83 % so với ruộng của nông dân, vụ hè cao hơn 21,18 % so với mô hình của nông dân .

Hiệu quả kinh tế của mô hình canh tác cải bắp ở bảng 3.25 cho thấy, ở cả 2 vụ, năng suất của mô hình thử nghiệm cao hơn so với mô hình của nông dân, kết hợp việc bón phân cân đối đã giúp giảm chi phí phân bón đầu vào. Với giá thu mua vụ hè 15.000 đồng/kg, lãi thuần của mô hình thử nghiệm tăng so với mô hình của nông dân là 29,79 %; với giá thu mua vụ đông 9.000 đồng/kg, lãi thuần của mô hình thử nghiệm tăng so với mô hình của nông dân là 20,90 %.

Bảng 3.25. Hiệu quả kinh tế của mô hình canh tác cải bắp

Nội dung	Nông dân		Thử nghiệm		Tăng so với đối chứng (%)	
	Vụ hè	Vụ đông	Vụ hè	Vụ đông	Vụ hè	Vụ đông
Năng suất (tấn/ha)	45,78	61,59	55,47	71,33		
Giá bán trung bình (đồng/kg)	15.000	9.000	15.000	9.000		
Tổng thu (triệu/ha)	686,67	554,27	832,10	642,00		
Tổng chi phí cho 1 ha	248,60	191,50	263,55	203,40		
- Giống (triệu đồng)	16,00	16,00	16,00	16,00		
- Phân bón (triệu đồng)	20,14	20,14	13,82	13,82		
- Thuốc BVTV (triệu)	33,21	16,61	31,05	15,53		
- Boric (triệu đồng)			0,30	0,30		
- Vôi (triệu đồng)			2,50	2,50		
- Chi phí nhiên liệu, khác (triệu đồng)	22,50	15,00	22,50	15,00		
Số công lao động (công)	1.045,00	825,00	1.182,50	935,00		
Chi phí công lao động (triệu)	156,75	123,75	177,38	140,25		
Lãi thuần (triệu đồng/ha)	438,07	362,78	568,55	438,60	29,79	20,90

Ghi chú:

- Mật độ trung bình: 32.000 cây/ha
- Giá bán bắp cải trung bình vụ hè năm 2018: 15.000 đ/kg.
- Giá bắp cải trung bình vụ đông năm 2019: 9.000 đ/kg.

KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Kết luận:

1) Sa Pa và Bắc Hà có khí hậu ôn hòa, thuận lợi cho phát triển nhiều loại cây trồng, thích hợp cho xây dựng vùng sản xuất rau tập trung, nhất là các loại rau ôn đới như cải bắp, su hào, súp lơ,... có ưu thế cạnh tranh cho việc trồng các loại rau ôn đới trái vụ, đặc biệt là cải bắp. Tuy nhiên, đây cũng là vùng sản xuất còn có nhiều khó khăn, ngoài các hạn chế do điều kiện tự nhiên như địa hình đồi núi cao, chia cắt mạnh, các hiện tượng thời tiết cực đoan như mưa đá, lũ xuất hiện nhiều; trình độ canh tác của người dân còn hạn chế, sử dụng phân bón chưa hiệu quả, bệnh hại cải bắp xuất hiện nhiều, năng suất cải bắp còn thấp so với tiềm năng,... cũng đã ảnh hưởng đến khả năng mở rộng và phát triển bền vững đến những vùng sản xuất rau tiềm năng này.

2) Các yếu tố hạn chế chính về đất và quản lý dinh dưỡng đối với cây cải bắp tại Sa Pa và Bắc Hà: i) Đất chua (73,18 % có giá trị pH từ mức rất chua đến chua), đây là một trong những nguyên nhân ảnh hưởng đến bệnh hại cải bắp phổ biến tại vùng nghiên cứu (bệnh sưng rễ) và hiệu quả sử dụng phân bón; ii) Sử dụng đạm quá nhiều cho cây cải bắp trong khi hàm lượng N trong lá cải bắp không có dấu hiệu thiếu hụt, thậm chí hơn 50% số mẫu có biểu hiện dư thừa; iii) Hiệu quả sử dụng phân đạm và lân cho cải bắp thấp (hiệu quả sử dụng đạm từ 32,57 – 55,59 % ; lân từ 6,49 – 56,51 %), người dân bón nhiều lân trong khi đất tại vùng nghiên cứu có hàm lượng lân tương đối cao (97,92% số mẫu có hàm lượng lân tổng số và 87,50% số mẫu đất có hàm lượng lân dễ tiêu ở mức giàu); iv) Thiếu hụt B và thừa S đối với cải bắp thể hiện khá rõ thông qua phân tích lá rau (có 100 % số mẫu lá ở ngưỡng thiếu hụt B và 96,3 % số mẫu lá ở ngưỡng dư thừa lưu huỳnh).

3) Bón từ 0,5 - 2 tấn Ca(OH)_2 /ha trước khi gieo trồng (tùy vào tính chất đất và thời vụ gieo trồng); bón 210 - 240 kg N/ ha/vụ; 120 kg P_2O_5 /ha/vụ; cùng với bổ sung B với lượng 0,35 kg B/ha/vụ (phun dung dịch acid boric nồng độ 0,2 %) cho

cải bắp (giống KK-Cross và New Star Cross) là những giải pháp thích hợp để khắc phục các hạn chế về đất và dinh dưỡng cho cải bắp tại vùng nghiên cứu.

4. Áp dụng các khuyến cáo giúp tăng năng suất cây trồng từ 15,83 – 21,18 %, hiệu quả kinh tế tăng từ 20,90 – 29,79 %, và góp phần bảo vệ đất, bảo vệ môi trường.

Đề nghị

1. Áp dụng các khuyến cáo từ nghiên cứu cho nông dân vùng sản xuất cải bắp tại tỉnh Lào Cai.

2. Đề nghị nghiên cứu bổ sung việc xác định lượng phân kali và lưu huỳnh cho cây cải bắp phù hợp với vùng nghiên cứu, cũng như phải có nghiên cứu sâu hơn về khoảng thời gian cần thiết bón vôi lại cho đất.

3. B là một trong những yếu tố hạn chế về dinh dưỡng cho cải bắp tại thị xã Sa Pa và Bắc Hà. Tuy nhiên, để tránh ảnh hưởng về việc thừa, cần tiến hành phân tích lá trước khi bổ sung các nguyên tố này trong canh tác cải bắp.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

TT	Tên công trình	Tên tác giả/tập thể tác giả	Nguồn công bố
1	Nghiên cứu hiệu lực của phân đạm bón cho rau cải bắp và cải mèo tại huyện Bắc Hà, tỉnh Lào Cai	Bùi Hải An, Trần Minh Tiến, Đỗ Trọng Thăng, Trần Thị Minh Thu, Phan Thúy Hiền, Nguyễn Thị Bình, Stephen Harper	Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam, số 12 (97)/2018
2	Nghiên cứu hiệu lực của phân lân bón cho cây cải bắp trên đất Acrisols tại huyện Bắc Hà, tỉnh Lào Cai.	Trần Thị Minh Thu Trần Minh Tiến Nguyễn Văn Bộ	Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam - Số 2(111)/2020
3	Boron deficiency may be widespread in Brassica oleracea var. capitata L. in Lao Cai Province, North Western Vietnam	Tien Tran Minh, Thu Tran Thi Minh, Thang Do Trong , Hien Phan Thuy , Binh Thi Nguyen & Paul J Milham	Communications in Soil Science and Plant Analysis, Volume 51.2020, Pages 2726-2734 (DOI: 10.1080/00103624.2020.1845364)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt:

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, (2009), *Cẩm nang sử dụng đất nông nghiệp, Tập 7 (Phương pháp phân tích đất)*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
2. Nguyễn Văn Bộ, (2019), “Bón phân cân đối cho cây trồng ở Việt Nam”, *Kết quả Nghiên cứu Khoa học và chuyển giao công nghệ, 50 năm xây dựng và phát triển*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Tr 340 - 361.
3. Nguyễn Văn Bộ, Nguyễn Trọng Thi, Bùi Huy Hiền, Nguyễn Văn Chiến, (2003), *Bón phân cân đối cho cây trồng ở Việt Nam từ lý luận đến thực tiễn*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
4. Nguyễn Văn Bộ, Trương Hồng, Trịnh Xuân Hồng, Đỗ Trung Bình, Trần Minh Tiến, (2017), *Bón phân cho cà phê*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
5. Cục thống kê Lào Cai, (2021), *Niên giám thống kê tỉnh Lào Cai 2020*, Nhà xuất bản Thống kê.
6. Tạ Thu Cúc và cs, (2007), *Giáo trình Kỹ thuật trồng rau*. Nhà xuất bản Hà Nội.
7. Phạm Thị Dung và ctv, 2003, "Nấm Sclerotinia sclerotiorum gây thối hạch màu đen trên cải bắp ở các tỉnh phía Bắc ", *Hội thảo quốc gia Bệnh cây và Sinh học phân tử, lần thứ 2*, Đại học Nông Nghiệp I Hà Nội, tr 108-111
8. Nguyễn Xuân Điệp, Ngô Thị Hạnh, (2017), “Kết quả tuyển chọn và phát triển các giống cải bắp triển vọng của Hàn Quốc cho các tỉnh phía Bắc”, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, số 12 (85), Tr 7 - 11.
9. Nguyễn Như Hà, (2006), *Giáo trình phân bón cho cây trồng*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
10. Nguyễn Thị Thu Hà, Nguyễn Duy Lam, (2013), “Nghiên cứu ảnh hưởng của các mức phân bón đạm ure đến năng suất và dư lượng Nitrat trong giống rau

- cải bắp NS-Cross vụ đông 2013 tại phường Quang Vinh, TP Thái Nguyên”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, số 123 (09): 61-65.
11. Hoàng Hải, (2008), “Nghiên cứu ảnh hưởng của một số loại phân hữu cơ vi sinh tới năng suất, hàm lượng NO_3^- của rau cải bắp tại thị xã Hà Giang”, *Tạp chí Khoa học đất*, số (29), Tr 22 - 27.
 12. Ngô Thu Hằng, Nguyễn Thị Sáu, Nguyễn Thị Tấn Lộc, (2017), “Những chuyển biến trong quá trình phát triển sản xuất và tiêu thụ rau an toàn Lào Cai”, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, số 12 (85), Tr 75- 80.
 13. Phan Thi Thu Hằng, (2008), “Nghiên cứu hàm lượng Nitrat và kim loại nặng trong đất, nước, rau và một số biện pháp nhằm hạn chế sự tích lũy của chúng trong rau tại Thái Nguyên”, *Luận án tiến sĩ nông nghiệp*. Trường Đại học Thái Nguyên.
 14. Bùi Huy Hiền, Trần Minh Tiến, Cao Kỳ Sơn, (2019), “Hiệu lực phân vi lượng cho cây trồng ở Việt Nam”, *Kết quả Nghiên cứu Khoa học và chuyển giao công nghệ, 50 năm xây dựng và phát triển*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Tr 497 - 511.
 15. Bùi Huy Hiền, Trần Minh Tiến, Cao Kỳ Sơn, (2019), “Hiệu lực phân trung lượng cho cây trồng ở Việt Nam”, *Kết quả Nghiên cứu Khoa học và chuyển giao công nghệ, 50 năm xây dựng và phát triển*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Tr 482 - 496.
 16. Nguyễn Mạnh Hùng, Nguyễn Mạnh Chinh, (2019), *Dinh dưỡng cây trồng và phân bón*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
 17. Phạm Thị Thanh Hương, (2014), “Nghiên cứu cân bằng dinh dưỡng kali cho mía đồi vùng Lam Sơn Thanh Hóa”, *Luận án tiến sĩ*, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam.
 18. Hội Khoa học Đất, (2000), *Đất Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.

19. Hội Liên hiệp Phụ nữ Việt Nam, (2018), *Kết quả dự án Xây dựng hệ thống sản xuất - kinh doanh rau bền vững, hiệu quả ở khu vực Tây Bắc Việt Nam và Australia*, Mã số dự án AGB/2012/059, Thời gian thực hiện 2014 - 2018, Hà Nội.
20. Đậu Cao Lộc, Thái Phiên, Nguyễn Tử Siêm, Trần Đức Toàn, (1998), “Hiệu quả của các giải pháp kỹ thuật canh tác trên đất dốc mạnh vùng Hòa Bình”, *Canh tác bền vững đất dốc ở Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
21. Lê Duy Mỹ, (1991), “Sử dụng đất xám bạc màu đạt hiệu quả cao bằng những cơ cấu cây trồng hợp lý”, *Tạp chí Nông nghiệp và Công nghiệp thực phẩm*, số (348).
22. Mỹ Chu, Len Tesoriero, Hiền Phan, Hà Đăng, Linh Hoàng, (2018), *Quản lý bệnh sưng rễ cải bắp tại Sa Pa*, <http://csa.cuctrongtrot.gov.vn/>.
23. Nguyễn Đăng Nghĩa, (2014), *Sử dụng nguyên tố dinh dưỡng lưu huỳnh hợp lý*, Báo Nông nghiệp Việt Nam (bản điện tử: <https://nongnghiep.vn/>)
24. Nguyễn Hữu Nhuận, Nguyễn Thị Thu Huyền, Nguyễn Ngọc Vinh, (2020), “Đánh giá hiệu quả sản xuất rau của hộ nông dân tại huyện Bắc Hà, tỉnh Lào Cai”, *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam 2020*, số 18 (9), Tr 705 - 712 www.vnua.edu.vn.
25. Thái Phiên, Nguyễn Tử Siêm, (1999), *Đất đồi núi Việt Nam thoái hóa và phục hồi*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
26. Nguyễn Tuấn Song, (2006), *Nghiên cứu ảnh hưởng của liều lượng bón đạm kết hợp với vi lượng Bo đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng của cải bắp gieo trồng chính vụ tại Ý Yên, Nam Định*, Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
27. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Hải Dương, (2018), “Nghiên cứu xây dựng bản đồ thổ nhưỡng, nông hóa phục vụ thâm canh, chuyển đổi cơ cấu cây trồng và quản lý sử dụng bền vững tài nguyên đất nông nghiệp tỉnh Hải Dương”, *Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học*, Hải Dương.
28. Cao Kỳ Sơn, (2013), “Bón NPK-S Lâm Thao cho cây cải bắp”, *Báo Nông nghiệp Việt Nam*. <https://nongnghiep.vn/>.

29. Cao Kỳ Sơn, (2020), “Kỹ thuật bón phân cho bắp cải, cà chua vụ đông”, *Báo Nông nghiệp Việt Nam*. <https://nongnghiep.vn/>.
30. Trung tâm Khuyến nông Lâm Đồng, (2013), *Quy trình kỹ thuật trồng cải bắp*, <http://khuyennong.lamdong.gov.vn/>.
31. Đỗ Trọng Thăng, Trần Minh Tiến, Phùng Thị Mỹ Hạnh, (2017), “Sử dụng đồng vị bền ^{15}N xác định hiệu lực phân bón đạm cho cải bắp (*Brassica oleracea*) trên đất xám và phù sa”, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, số 5 (78), Tr 88 - 92.
32. Hà Mạnh Thắng, Phạm Quang Hà, (2005), “Ảnh hưởng của thâm canh đến hàm lượng kim loại nặng tích lũy trong đất và rau ăn lá ngoại thành Hà Nội”, *Tạp chí khoa học Đất*, số (23), Tr 149 - 152.
33. Trần Minh Tiến, Trần Thị Minh Thu, Trần Thị Thu Trang, Phạm Thị Nguyệt Hà, (2018), “Ảnh hưởng của phân polysulphate tới năng suất một số loại cây trồng trên đất xám bạc màu ở miền Bắc Việt Nam”, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, số 4 (89), Tr 65 - 70.
34. Lương Đức Toàn, Trần Minh Tiến, (2016), “Đặc điểm đất đai và yếu tố hạn chế trong đất nông nghiệp vùng Tây Bắc Việt Nam”, *Hội thảo Quốc gia về Khoa học cây trồng lần thứ 2*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Tr 1031 - 1042.
35. Lương Đức Toàn, (2017), “Nghiên cứu yếu tố hạn chế trong đất sản xuất nông nghiệp tỉnh Sơn La và đề xuất giải pháp khắc phục”, *Luận án tiến sĩ*, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.
36. Tổng cục Thống kê Việt Nam, (2019), *Niên giám thống kê 2018*, Nhà xuất bản thống kê, Hà Nội.
37. Tổng cục Thống kê Việt Nam, (2021), *Niên giám thống kê 2020*, Nhà xuất bản thống kê, Hà Nội.
38. Đào Châu Thu, Nguyễn Khang (1998), *Bài giảng đánh giá đất*, Trường Đại học Nông nghiệp I-Hà Nội, Hà Nội
39. Trần Thị Minh Thu, Trần Minh Tiến, Đặng Thị Thanh Hào, Đỗ Trọng Thăng, Tạ Hồng Minh, (2021), “Thực trạng ô nhiễm kim loại nặng trong đất

- sản xuất nông nghiệp tỉnh Hải Dương”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, số (9), Tr 49 - 54.
40. Ủy ban nhân dân huyện Bắc Hà, (2022), *Báo cáo Hội nghị đánh giá kết quả triển khai thực hiện Nghị quyết số 10 năm 2021; triển khai nhiệm vụ trọng tâm năm 2022*, Bắc Hà.
 41. Ủy ban nhân dân thị xã Sa Pa, (2021), *Báo cáo Kết quả thực hiện Nghị quyết Trung ương 7 khoá X về nông nghiệp, nông dân, nông thôn trên địa bàn thị xã Sa Pa từ năm 2008 đến nay*. Báo cáo số 553/BC-UBND.
 42. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, (2005), *Sổ tay sử dụng phân bón*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
 43. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, (2006), “Điều tra, đánh giá tài nguyên đất nông nghiệp tỉnh Lào Cai, đề xuất định hướng nhóm cây trồng phù hợp”, *Kết quả đề tài nghiên cứu khoa học*, Hà Nội.
 44. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, (2006), “Khảo nghiệm hiệu lực phân bón hữu cơ Liquid Calcium Nitrate đối với một số cây trồng trên một số loại đất miền Bắc Việt Nam”, *Báo cáo kết quả Nghiên cứu khoa học*, Hà Nội.
 45. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, (2015), “Nghiên cứu xây dựng bản đồ nông hóa, thổ nhưỡng phục vụ thâm canh chuyên đổi cơ cấu cây trồng và quản lý sử dụng bền vững tài nguyên đất nông nghiệp tỉnh Bắc Giang”, *Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học*, Hà Nội.
 46. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, (2008), “Đánh giá tài nguyên đất nông nghiệp làm cơ sở quy hoạch sử dụng đất đai theo hướng sản xuất nông nghiệp bền vững cho tỉnh Bắc Ninh”, *Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học*, Hà Nội.
 47. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, (2010), “Đánh giá tồn dư thuốc bảo vệ thực vật và kim loại nặng trong đất nông nghiệp phục vụ dự án sản xuất rau an toàn tại thành phố Bắc Ninh”, *Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học*, Hà Nội.

48. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, (2015), “Nghiên cứu nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên đất Nông nghiệp vùng miền núi Tây Bắc Việt Nam”, *Báo cáo tổng kết đề tài Độc lập cấp Nhà nước*, Hà Nội.
49. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, (2015), “Điều tra, đánh giá tài nguyên đất nông nghiệp, đề xuất bố trí cơ cấu cây trồng hợp lý tỉnh Hưng Yên”, *Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học*, Hà Nội.
50. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, (2016), “Nghiên cứu, đánh giá tài nguyên đất sản xuất nông nghiệp phục vụ chuyển đổi cơ cấu cây trồng chính có hiệu quả tại tỉnh Nam Định”, *Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học*, Hà Nội.
51. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, (2019), “Nghiên cứu biện pháp quản lý dinh dưỡng phù hợp góp phần phát triển bền vững và hiệu quả sản xuất rau tại Thái Nguyên”, *Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học*, Hà Nội.
52. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, (2020), “Nghiên cứu, đánh giá chất lượng đất, nước tưới tại các vùng sản xuất rau nhằm đảm bảo sản xuất rau an toàn theo hướng VietGap tại tỉnh Thái Bình”, *Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học*, Hà Nội.
53. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, (2020), “Điều tra, đánh giá tài nguyên đất nông nghiệp phục vụ công tác chuyển đổi cơ cấu cây trồng phù hợp để phát triển kinh tế - xã hội cho 12 xã và thị trấn Hoàn Bò, thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh”, *Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học*, Hà Nội.
54. Nguyễn Vy, (1998), *Độ phì nhiêu thực tế*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
55. Nguyễn Vy, *Bón phân hợp lý và cân đối để có lợi nhuận cao*, NXB Hải phòng, 1995.
56. Bùi Quang Xuân, (1998), “Ảnh hưởng của phân bón đến năng suất và hàm lượng nitrat trong một số loại rau trên đất phù sa sông Hồng”, *Luận án tiến sĩ nông nghiệp*, Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp Việt Nam, Hà Nội.

Tài liệu tiếng Anh:

57. A.L. Heinrich, A. Stone, D.M. Sullivan, J. Myers, and E. Peachey, (2016), *Integrated Clubroot Control Strategies of Brassicas: Nonchemical Control Strategies*, Volume 9148 of EM, Oregon State University. Extension Service.
58. Amit Armstrong et al, (2017), *Roadside Revegetation An Integrated Approach to Establishing Native Plants and Pollinator Habitat*.
59. Andre Luiz Biscaia Ribeiro da Silva, Joara Secchi Candian, Lincoln Zotarelli, Timothy Coolong, and Christian Christensen (2020), "Nitrogen Fertilizer Management and Cultivar Selection for Cabbage Production in the Southeastern United States", *American Society for Horticultural Science*, Volume 30: Issue 6, <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04690-20>.
60. Asher, C., Grundon, N., and Menzies, N, (2002), *How to unravel and solve soil fertility*, ACIAR Monograph No.83.
61. Askew, D.J., I.E. Smith and j.b. Levine, (1993), *A soil acidity complex affecting cabbage production in the Umlaas River Valley, Kwazulu-Natal, South Africa*, Department of Horticultural Science, University of Natal, Pietermaritzburg.
62. Askew, D.J., (1995), *A multi-factor study of cabbage production in the Umlaas River valley*, Department of Horticultural Science, University of Natal, Pietermaritzburg.
63. Australian Centre for International Agricultural Research, (2019), *Project: Soil and nutrient management strategies for improving tropical vegetable production in Southern Philippines and Australia*, GPO Box 1571, Canberra ACT 2601, Australia.
64. A.V. Kotecha, J.J. Dhruve, N. J. Patel² and N.J.Vihol, (2016), "Influence of micronutrients and growth regulators on the performance of cabbage quality", *Crop Improvement*, Volume 7 | Issue 1 | June, 2016 | 46-51.

65. Baker, D. E, (1977), “Ion activities and ratios in relation to corrective treatments of soils”, *In T.R. Peck (ed.) Soil Testing: Correlating and Interpreting the Analytical Results*. SSSA Spec. Pub. No. 29. Soil Sc. Soc. Am., Madison, Wisconsin p 55 - 74.
66. Brian J. Alloway, (2008), *Micronutrient Deficiencies in Global Crop Production*. Springer Science + Business Media.
67. Cakmak I, (2002), “Plant nutrition research: priorities to meet human needs for food in sustainable ways”, *Plant Soil*, 247:3 - 24.
68. Carrie A.M. Laboski, John B. Peters, (2012), *Nutrient Application Guidelines for Field, Vegetable, and Fruit Crops in Wisconsin*, University of Wisconsin – Extension Publication (A2809).
69. Carvalho et al, (2018), “Response of cabbage to nitrogen fertilization in the northeastern region of Pará State”, *Jaboticabal v.46, n.4*, p.423 - 427.
70. Cochran, W. G, (1963), *Sampling Techniques*, 2nd Ed., New York: John Wiley and Sons, Inc.
71. Crosson, P.R, (1995), “Soil Erosion and its On-Farm Productivity Consequences: What do We Know?”, *Resources for the Future Discussion* Pp.95-29, Washington, DC.
72. Davies FS, Albrigo LG, (1998), *Citrus*, CAB International, Great Britain, p 244.
73. Darryl Warncke, Jon Dahl and Lee Jacobs, (2004), *Nutrient Recommendations for Field Crops in Michigan*, Extension Bulletin E2904, Department of Crop and Soil Sciences, Michigan State University.
74. Dalila Lopes da Silva, Renato de Mello Prado, Luis Felipe LataTenesaca, José Lucas Farias da Silva, Ben-Hur Mattiuz, (2021), *Silicon attenuates calcium deficiency by increasing ascorbic acid content, growth and quality of cabbage leaves*, *Scientific Reports* volume 11, Article number: 1770 (2021), 1-8.

75. Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, *Production guidelines for Cabbage*, Republic of South Africa (<https://www.nda.agric.za/>).
76. Dick, R.P, (1992), “A review: Long-term effects of agricultural systems on soil biochemical and microbial parameters”. In M.G. Paoletti and D. Pimental (ed.) *Biodiversity in Agro-ecosystems*, Amsterdam p. 25 - 36.
77. Dobermann, Achim (2007), “Nutrient use efficiency – measurement and management”, *Agronomy & Horticulture*, Faculty Publications.
78. DO Huett and RC Menary, (1980), “Effect of aluminium on growth and nutrient uptake of cabbage, lettuce and kikuyu grass in nutrient solution”, *Australian Journal of Agricultural Research* 31(4) 749 - 761.
79. Do Trong Thang, Tran Thi Minh Thu, Bui Hai An, Nguyen Toan Thang, Tran Minh Tien, Luong Vu Duc, Nguyen Thi Binh, Stephen Harper, (2017), “Vegetable responses to fertilizer in Lao Cai province”. *Proceeding of the North-West Research Symposium*, Hanoi, Vietnam, November 2017, 22-24.
80. Emmalea Garver Ernest, (2018), *Calcium and Boron Deficiencies in Brassica Crops*, Weekly Crop Update, University of Delaware.
81. FAO, (1976), *A Framework for Land Evaluation*, Soil Bulletin 32, Rome, Italy.
82. FAO, (2000), *Cabbage integrated pest management: an ecological guide*. Training resource text on crop development, major agronomic practices, disease and insect ecology, insect pests, natural enemies and diseases of cabbage. FAO Inter-Country Programme for the Development and Application of Integrated Pest Management in Vegetable Growing in South and South-East Asia, 2000.
83. FAO, (2006b), *Plant nutrition for food security*, A guide for integrated nutrient management, FAO fertilizer and plant nutrition bulletin, Rome, Italy.
84. FAOSTAT, (2016), *Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

85. FAOSTAT, (2017), *Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
86. FAOSTAT, (2018), *Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
87. FAOSTAT, (2019), *Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
88. FAOSTAT, (2022), *Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
89. Ferderik van der Bom F, Magid J, Jensen LS, (2018), “Long-term fertilisation strategies and form affect nutrient budgets and soil test values, soil carbon retention and crop yield resilience”, *Plant Soil*, 434, pages47–64 (2019)
90. Gerits J, (1990), “Wind action in relation to overland flow and water erosion”, *Catena suppl* 17:67-78.
91. GREEN, G.C., (1985) “Estimated Irrigation Requirements of Crops in South Africa Part 1”, *Soil and Irrigation Institute*, Government Printer, Pretoria.
92. Gentili Rodolfo, Ambrosini Roberto, Montagnani Chiara, Caronni Sarah, Citterio Sandra, (2018), “Effect of Soil pH on the Growth, Reproductive Investment and Pollen Allergenicity of *Ambrosia artemisiifolia* L.”, *Frontiers in Plant Science*, Volume 9.
93. GretchenM.Bryson, Harry A. Mills, (2015), “Plant Analysis Handbook IV- A guide to plant nutrition and interpretationof plant analysis for agronomic and horticultural crops”, *Micro-Macro Publishing*, Inc. 183 Paradise Blvd, Suite 104 Athens, Georgia 30607 USA.117.
94. Hallama M, Pekrun C, Lambers H, Kandeler E, (2018), *Hidden miners – the roles of cover crops and soil microorganisms in phosphorus cycling through agroecosystems*, *Plant Soil*.
95. Hakan Büyükcangaz, (2018), “Deficit Irrigation Effects on Cabbage (*Brassicaceae Oleracea* var. *capitata* L. Grandslam F1) Yield in Unheated

- Greenhouse Condition”, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6(9) : 1251-1257.
96. IFA, (2012), *Fertilizer Outlook 2012-2015*, International Fertilizer Industry Association ifa@fertilizer.org-www. Fertilizer.org.
 97. Issaka, S., and M. A. Ashraf, (2017), "Impact of soil erosion and degradation on water quality: A review", *Geology, Ecology, and Landscapes*, 1 (1):1–11.
 98. Jia, W. and J. Zhang, (2008), “Stomatal movements and long-distance signaling in plants”, *Plant Signal. Behav*, 3 : 772 - 777
 99. Jia, W., C. Wang, C. Ma, J. Wang, H. Sun and B. Xing, (2019), “Mineral elements uptake and physiological response of *Amaranthus mangostanus* (L.) as affected by biochar”, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 175 : 58–65.
 100. JB Reid & JD Morton, (2019), *Nutrient management for vegetable crops in New Zealand*, Horticulture New Zealand on behalf of the Vegetable.
 101. Jo-Eun Lee, Pingjuan Wang, Gyungyun Kim, Sunghan Kim, Suhyoung Park, Yong-Soo Hwang, Yong-Pyo Lim, Eun Mo Lee, InKi Ham, Man Hyun Jo, and Gilhwan An, (2010), *Effects of Soil pH on Nutritional and Functional Components of Chinese Cabbage; Brassica rapa ssp. Campestris*, Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28(3) : 353 - 362.
 102. Kemble JM, Zehnder GW, Sikora EJ, Patterson MG (1999). *Guide to Commercial Cabbage Production*. Alabama Cooperative Extension system ANR-1135. Alabama A&M and Auburn Universities.
 103. Khuc, Q. Van, Tran, B. Q., Meyfroidt, P., & Paschke, M. W, (2018), "Drivers of deforestation and forest degradation in Vietnam: An exploratory analysis at the national level”, *Forest Policy and Economics*, 90 (February), 128–141.
 104. KIDDER, G, (1993), “Methodology for calibrating soil tests”, *Soil and Crop Sc. Soc. Of Florida*, Proc. 52 : 70 - 73.
 105. Kim, D.-G., G. Hernandez-Ramirez, and D. Giltrap, (2013), "Linear and nonlinear dependency of direct nitrous oxide emissions on fertilizer nitrogen

- input: A meta-analysis", *Agriculture, Ecosystems and Environment* 168:53–65.
106. Knavel, D.E. and J.W. Herron, (1981), "Influence of tillage system, plant spacing, and nitrogen on head weight, yield, and nutrient concentration of spring cabbage", *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106 : 540–545.
 107. Konstantopoulou, E., G. Kapotis, G. Salachas, S. A. Petropoulos, I. C. Karapanos, and H. Passam,(2010), "Nutritional quality of greenhouse lettuce at harvest and after storage in relation to N application and cultivation season", *Scientia Horticulturae* 125 (2):93–94.
 108. Kovacs, V., T. Aendekerk, R. Drexler, D. Hilgertová, M. Kranzle, A. Pelikan, B. Stoll and Vrešak, (2016), *Guidebook participatory on-farm research for organic farmers*. 10.10.13140/RG.2.1.2317.4802.
 109. K.V. Peter, (2014), *Handbook of vegetables Vol. III*, Studium Press LLC, U.S.A.
 110. Lidder, S., and A. J. Webb, (2012), "Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy vegetables and beetroot) via the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway", *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75:677–96
 111. Lončarić, Z., Karalić, K., Popović, B., Rastija, D., and Vukobratović, M, (2008). Total and plant available micronutrients in acidic and calcareous soils in Croatia. *Cereal Res. Commun.* 36, 331 - 334.
 112. Ma JF, (2007), "Syndrome of aluminum toxicity and diversity of aluminum resistance in higher plants", *Survey of Cell Biology*, 264, 225 - 252.
 113. Manjula Nathan (2016), "Diagnosing Nutrient Deficiencies", *Integrated Pest & Crop Management*, University of Missouri
 114. Marschner H, (2012), *Marschner's mineral nutrition of higherplants (Vol. 89)*, 3rd ed, London UK: Academic Press.
 115. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A, (1987), *Principles of Plant Nutrition, 24th ed*, International Potash Institute. Switzerland.

116. Miller, D.E. and M.W. Martin, (1983), *Effect of daily sprinkler irrigation rate and soil texture on yield and quality of Russet Burbank potatoes*”, Submitted to Am Potato J.
117. M. N. A. Naher, M. N. Alam and N. Jahan, (2014), *Effect of Nutrient Management on the Growth and Yield of Cabbage (Brassica oleracea var. capitata L.) in Calcareous Soils of Bangladesh*, A Scientific Journal of Krishi Foundation, ISSN 1729 - 5211.
118. M. I. Nazrul and M. R. Shaheb, (2016), “Integrated Approach for Liming and Fertilizer Application on Yield of Cabbage and Cauliflower in Acidic Soil of Sylhet”, *Bangladesh Agron. J.* 19(1): 49 - 57.
119. National Academy of Agricultural Science, RDA, Republic of Korea, (2014), *Fertilizer Recommendation for Crop Production*, Division of Soil and Fertilizer, NAAS, RDA. ISBN: 978-89-480-2446-3 93520.
120. NORTJE, P.F. & HENRICO, P.J, (1988), “The effect of sub-optimal irrigation and intra-row spacing on the yield and quality of cabbages”, *Acta Hort.* 228: 163 - 170.
121. O’Sullivan J.N., Asher, C.J. and Blamey, F.P.C, (1997), *Nutrient Disorders of sweet potato*, ACIAR Monograph No.48.
122. Paul Fixen, Frank Brentrup, Tom Bruulsema, Fernando Garcia, Rob Norton, and Shamie Zingore, (2014), “Nutrient/Fertilizer Use Efficiency: Measurement, Current Situation and Trends”. *Managing Water and Fertilizer for Sustainable Agricultural Intensification by International Fertilizer Industry Association, International Water Management Institute, International Plant Nutrition Institute, International Potash Institute*. ISBN 979-10-92366-02-0.
123. Pimentel,D, Burgess,M, (2013), “Soil Erosion threatens food production”, *Agriculture*, 3,443-463.
124. Rengel Z, (2015), “Availability of Mn, Zn and Fe in the rhizosphere”, *J Soil Sci Plant Nutr*, 15 : 397 - 409

125. Reuter, D.J. and Robinson, J.B., (1997), *Plant analysis*, An interpretation manual. 2nd Edition, CSIRO Publishing, Melbourne.
126. RICHARDS, T.M, (1983), *Preliminary studies into the fertilisation of cabbages in Natal*, Unpublished MSc. Agric. Dissertation, University of Natal, Pietermaritzburg.
127. Richardson AE, Gupta VVSR, Alegria Terrazas R, Bulgarelli D, (2017), "Exploiting the root-soil microbiome for benefit to plant Nutrition", *In: Carstensen A, Laursen KH, Schjoerring JK (eds) Proceedings Book of the XVIII International Plant Nutrition Colloquium with Boron and Manganese Satellite Meetings*, University of Copenhagen, Denmark, pp 53 - 54.
128. ROBINSON, J.B.D, (1983), *Diagnosis of Mineral Disorders in Plants*, 1 st ed. Her Majesty's Stationery Office, London.
129. Sally Logsdon, Dave Clay, Demie Moore and Teferi Tsegaye, (2008), "*Measuring Nutrient Removal, Calculating Nutrient Budgets*", *Soil Science: Step-by-step field analysis*, Soil Science Society of America.
130. SAMMIS, T. &- WU, I.P, (1989), "Deficit irrigation effects on head cabbage production", *Agric. Water Mgt*, 16: 229 - 239.
131. Schroder, J., Zhang, H., Girma, K., Raun, W., Penn, C. & Payton, M, (2011), "Soil Acidification from long-Term Use of Nitrogen Fertilizers on Winter Wheat", *Soil Sci. Soc. Am. J.* 75, 957 - 964.
132. Schubert, T. S., (1992), "Manganese toxicity of plants in Florida", *Plant Pathology Circular No. 353*, Dept. Agric. & Consumer Services Division of Plant Industry, pp353 - 354.
133. Shaheb, M. R., M. I. Nazrul and M. A. Rahman, (2014), "Production potential and economics of wheat as influenced by liming in north eastern region of Bangladesh", *Asian J. Agric. Biol.* 2(2): 152 - 160.
134. Smith, I.E. & Bennet, R., (1984), "Cabbage response to lime and phosphate on acid soils", *Cabbage growing in Natal*. University of Natal, Pietermaritzburg, p. 39 - 43. In I.E. Smith & M.D. Laing (ed.)

135. Smith, C.B., Demchak, K.T. & Ferretti, P.A, (1986), “Effects of lime type on yields and leaf concentrations of several vegetable crops as related to soil test levels”, *Amer. Soc. Hart. Sc.* 111: 837 - 840.
136. Smith PF, (1966) Leaf analysis of citrus. In: Childers NF (ed) Temperate to tropical fruit nutrition. Horticulture Publication, Rutgers University, New Brunswick, pp 208 - 228.
137. SUMNER, M.E., & FARINA, M.P.W., (1986), “Phosphorous interactions with other nutrients and lime in field cropping systems”, *Adv. in Soil Sci.* 5: 201 - 236.
138. Svenningsen NB, Watts-Williams SJ, Joner EJ, Battini F, Efthymiou A, Cruz-Paredes C, Nybroe O, Jakobsen I, (2018), “Suppression of the activity of arbuscular mycorrhizal fungi by the soil microbiota”, *ISME J* 12:1296–1307.
139. Sys C.E., Van Ranst, Debaveye J. and Beernaert F, (1993), *Land Evaluation, Part III Crop Requirements, General Administration for Development Cooperation, Agricultural Publication No. 07, Brussels - Belgium.*
140. Thomas A. Obreza, Mongi Zekri, Edward A. Hanlon, Kelly Morgan, Arnold Schumann, and Robert Rouse, (2018), Soil and Leaf Tissue Testing for Commercial Citrus Production, IFAS Extension University of Florida.
141. Tien, T.M., T.T.T. Trang, P.T.N. Ha, and T.T.M. Thu, (2021), *Effects of Polyhalite Application on Yield and Quality of Cabbage Grown on Degraded Soils in Northern Vietnam. International Fertilizer Correspondent*, e-ifc No. 63, March 2021, page 3- 10, (ISSN 1662-2499).
142. Troeh FR, Hobbs JA, Donahue RL., (2004), *Soil and Water Conservation for Productivity and Environmental Protection*, 4th edn. Pearson Education, Upper Saddle River, NJ, USA.
143. Upjohn B., Fenton G. and Conyers M, (2005), *Soil Acidity and Liming*, NSW Department of Primary Industries.

144. WARMAN, P.R., (1990), “Fertilization with manures and legume intercrops and their influence on brassica and tomato growth, and on tissue and soil copper, manganese and zinc”, *Biol. Agric. Hart.* 6: 325 - 335.
145. White PJ, Greenwood DJ, (2013), “Properties and management of cationic elements for crop growth”, *In soil conditions and plant growth, eds. P.J. Gregory and S. Nortcliff, Oxford, U.K.: Blackwell publishing*, pp. 160- 194.
146. Xue Qiang Zhao, (2014), “Coadaptation of Plants to Multiple Stresses in Acidic Soils”, *Soil Science*, 179(10-11), P 503-513
147. Zhu, P., J.J. Ying, S.A. Peng and C.C. Jiang, (2015), “Effects of biochar and lime on soil physicochemical properties and tobacco seedling growth in red soil”, *J. Agric. Res. Environ.*, 6: 590–595 (in Chinese).
148. Zörb, C., M. Senbayram và E. Peiter., (2014), Kali trong nông nghiệp-Hiện trạng và quan điểm. Tạp chí Sinh lý thực vật 171 (9): 656 - 669.

Tài liệu Website

149. Lào Cai mở rộng diện tích trồng rau xanh đáp ứng nhu cầu thị trường (2020). Thông tấn xã Việt Nam. <https://bnews.vn/>

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1

PHIẾU ĐIỀU TRA NÔNG HỘ

1. Ký hiệu phiếu:.....
2. Tên người điều tra:
3. Ngày:/...../2014 (DD/MM/YYYY)

THÔNG TIN CHUNG

4. Tên người được phỏng vấn: 5. Nam Nữ
6. Tọa độ hộ nông dân phỏng vấn: X: Y:
7. Bản: 8. Xã: 9. Huyện:
10. Số điện thoại?.....
11. Các loại hình sử dụng đất của gia đình

Loại hình sử dụng đất	Diện tích (m ²)	Dạng địa hình					Độ dốc					
		Đồi núi dốc	Ruộng bậc thang	Bằng phẳng			0-3 ⁰	3-8 ⁰	8-15 ⁰	15-20 ⁰	20-25 ⁰	>25 ⁰
				Vườn	Ruộng	Khác						
Lúa												
Chuyên màu												
Cây ăn quả												
Lúa – Rau												
Cây ăn quả xen rau												
Chuyên rau												

***: Ghi độ rộng ruộng bậc thang vào ô tương ứng bên dưới)**

.....

.....

.....

THÔNG TIN VỀ THỰC TRẠNG CANH TÁC CẢI BẮP

Cơ cấu:

I. Chất lượng đất và nước

17. Chống xói mòn: Anh/chị sử dụng biện pháp chống xói mòn nào: Không sử dụng Băng cây xanh
 Hàng rào bằng đá Ruộng bậc thang Che phủ bằng thảm thực vật Khác

18. Làm đất

- Rau 1: Trâu, bò Thủ công Làm đất tối thiểu
 - Rau 2: Trâu, bò Thủ công Làm đất tối thiểu
 - Rau 3: Trâu, bò Thủ công Làm đất tối thiểu

Độ sâu cày đất (cm); thời gian bỏ hóa..... (ngày): Rau 1: Rau 2: Rau 3:

Khác:

19. Chất lượng đất

Loại đất		Chất lượng	
Đồi	<input type="checkbox"/>	Tốt	<input type="checkbox"/>
Ruộng	<input type="checkbox"/>	Trung bình	<input type="checkbox"/>
Vườn	<input type="checkbox"/>	Xấu	<input type="checkbox"/>

20. Nước:

Mùa vụ	Nguồn	Chất lượng	Tình trạng cung cấp	Thời gian thiếu nước (ngày)	Chủ động/bị động
Rau 1	Suối <input type="checkbox"/>	Không ô nhiễm <input type="checkbox"/>	Đủ <input type="checkbox"/>		
	Ao, hồ <input type="checkbox"/>	Ô nhiễm <input type="checkbox"/>	Thiếu <input type="checkbox"/>		
	Nước ngầm <input type="checkbox"/>				
	Nước mưa <input type="checkbox"/>				
	Khác <input type="checkbox"/>				
Rau 2	Suối <input type="checkbox"/>	Không ô nhiễm <input type="checkbox"/>	Đủ <input type="checkbox"/>		
	Ao, hồ <input type="checkbox"/>	Ô nhiễm <input type="checkbox"/>	Thiếu <input type="checkbox"/>		
	Nước ngầm <input type="checkbox"/>	Nước ngầm <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Nước mưa <input type="checkbox"/>	Nước mưa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Khác <input type="checkbox"/>	Khác <input type="checkbox"/>			
Rau 3	Suối <input type="checkbox"/>	Không ô nhiễm <input type="checkbox"/>	Đủ <input type="checkbox"/>		
	Ao, hồ <input type="checkbox"/>	Ô nhiễm <input type="checkbox"/>	Thiếu <input type="checkbox"/>		
	Nước ngầm <input type="checkbox"/>	Nước ngầm <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Nước mưa <input type="checkbox"/>	Nước mưa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Khác <input type="checkbox"/>	Khác <input type="checkbox"/>			

II. Kỹ thuật canh tác:

21. Trong canh tác rau, Anh/chị có làm luống? Có Không

.....

Lên luống cao bao nhiêu cm?

.....

22. Anh/chị có sử dụng màng che phủ? Có Không

Loại màng che phủ:

23. Anh/chị trồng rau với mật độ như thế nào?

Rau 1

Rau 2

Rau 3

Rau 4

24. Trong canh tác rau, Anh/chị gặp những khó khăn gì? (Ghi số thứ tự tương ứng và những khó khăn mà gia đình gặp phải theo thống kê ở dưới)

.....

.....

.....

- Thiếu đất sản xuất rau:

- Tưới tiêu:

- Giống:

- Sâu bệnh:

- Kỹ thuật canh tác:

- Vốn:

- Thị trường:

- Lao động:

- Khác:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Anh/chị học được kỹ thuật canh tác rau từ? Hàng xóm Khuyến nông Tự học

.....

III. Quản lý dinh dưỡng:

25.1. Phân hóa học cho vụ rau 1

Loại phân bón	Lần bón	Rau 1			
		Tên phân	Khối lượng	Thời điểm bón	Phương pháp bón
Hữu cơ (* Nếu là phân hữu cơ tự sản xuất xin trả lời các câu hỏi phí dưới bảng)	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				
	Lần 4				
Vôi					
Phân đạm	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				
	Lần 4				
	Lần 5				
Phân lân	Lần 1				
	Lần 2				
Kali	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				
NPK (Ghi cụ thể loại phân gì)	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				
Phân phun lá (Ghi cụ thể loại phân gì)	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				
Khác	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				

- Anh/chị có ủ phân chuồng không? Hảo khí Yếm khí Khác.....

- Anh/chị ủ phân trong bao lâu? (ngày)

- Trong quá trình ủ anh chị có bổ sung thêm? Rơm rạ Phụ phẩm rau khác.....

.....

.....

IV. Bảo vệ thực vật

26.1. Sâu bệnh hại chính và biện pháp phòng trừ

Sâu/bệnh	Biện pháp phòng trừ (Nếu phun thuốc thì ghi tên thuốc sang cột bên phải)	Thuốc trừ sâu/bệnh sử dụng (ghi lại số lần phun)

V. Năng suất và sản lượng

27.1. Năng suất

Năng suất (kg/ha)	Cây			Cây			Cây		
	Để giống	Bán	Để ăn	Để giống	Bán	Để ăn	Để giống	Bán	Để ăn
Mục đích sử dụng(%)									

28.1. Thời điểm và phương pháp thu hoạch

Giống	Thời điểm thu hoạch	Phương pháp thu hoạch
Mua <input type="checkbox"/> Tự để <input type="checkbox"/>		
Mua <input type="checkbox"/> Tự để <input type="checkbox"/>		

29.1. Xử lý phế phụ phẩm rau 1:

- Phế phụ phẩm rau: Mang về làm chất độn chuồng Vùi tại ruộng Làm thức ăn cho vật nuôi
 Khác:

Rau v₂

25.2. Phân hóa học cho vụ rau 2

Loại phân bón	Lần bón	Rau 2			
		Tên phân	Khối lượng	Thời điểm bón	Phương pháp bón
Hữu cơ (* Nếu là phân hữu cơ tự sản xuất xin trả lời các câu	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				

<i>hỏi phí dưới bảng)</i>	Lần 4				
Vôi					
Phân đạm	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				
	Lần 4				
	Lần 5				
Phân lân	Lần 1				
	Lần 2				
Kali	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				
NPK (Ghi cụ thể loại phân gì)	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				
Phân phun lá(Ghi cụ thể loại phân gì)	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				
Khác	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				

- Anh/chị có ủ phân chuồng không? Hảo khí Yếm khí Khác.....

- Anh/chị ủ phân trong bao lâu? (ngày)

- Trong quá trình ủ anh chị có bổ sung thêm? Rơm rạ Phụ phẩm rau khác.....

IV. Bảo vệ thực vật

26.2. Sâu bệnh hại chính và biện pháp phòng trừ

Sâu/bệnh	Biện pháp phòng trừ (Nếu phun thuốc thì ghi tên thuốc sang cột bên phải)	Thuốc trừ sâu/bệnh sử dụng (ghi lại số lần phun)

V. Năng suất và sản lượng

27.2. Năng suất

	Cây			Cây			Cây		
Năng suất (kg/ha)									
Mục đích sử dụng(%)	Để giống	Bán	Để ăn	Để giống	Bán	Để ăn	Để giống	Bán	Để ăn

28.2. Thời điểm và phương pháp thu hoạch

Giống	Thời điểm thu hoạch	Phương pháp thu hoạch
Mua <input type="checkbox"/> Tự để <input type="checkbox"/>		
Mua <input type="checkbox"/> Tự để <input type="checkbox"/>		

29.2. Xử lý phế phụ phẩm rau 2:

- Phế phụ phẩm rau: Mang về làm chất độn chuồng Vùi tại ruộng Làm thức ăn cho vật nuôi

Khác:

Rau v₃

25.3. Phân hóa học cho vụ rau 2

Loại phân bón	Lần bón	Rau 3			
		Tên phân	Khối lượng	Thời điểm bón	Phương pháp bón
Hữu cơ (* Nếu là phân hữu cơ tự sản xuất xin trả lời các câu hỏi phí dưới bảng)	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				
	Lần 4				
Vôi					
Phân đạm	Lần 1				
	Lần 2				
	Lần 3				
	Lần 4				
	Lần 5				
Phân lân	Lần 1				
	Lần 2				

28.3. Thời điểm và phương pháp thu hoạch

Giống	Thời điểm thu hoạch	Phương pháp thu hoạch
Mua <input type="checkbox"/> Tự để <input type="checkbox"/>		
Mua <input type="checkbox"/> Tự để <input type="checkbox"/>		

29.3. Xử lý phế phụ phẩm rau 3:

- Phế phụ phẩm rau: Mang về làm chất độn chuồng Vùi tại ruộng Làm thức ăn cho vật nuôi

Khác:

PHỤ LỤC 2

VỊ TRÍ LẤY MẪU LÁ CẢI BẮP

Chon một trong hai lá này



PHỤ LỤC 3
KẾT QUẢ PHÂN TÍCH MẪU ĐẤT TRỒNG CẢI BẮP

TT	KH mẫu	Địa điểm	pH H ₂ O	pH KCl	OM (%)	Nts (%)	P ₂ O ₅ ts (%)	K ₂ Ots (%)	P ₂ O ₅ dt (mg/100g đất)	K ₂ Odt (mg/100g đất)	CEC (me/100g đất)	TBC (meq/100g đất)	BS (%)
1	SP-01	Sa Pa	5,23	4,52	3,54	0,19	0,60	0,45	96,13	35,43	7,90	2,92	36,96
2	SP-02	Sa Pa	5,22	4,37	3,77	0,18	0,22	0,40	18,24	22,77	10,48	3,23	30,82
3	SP-03	Sa Pa	5,41	4,39	2,59	0,15	0,31	0,96	23,45	31,81	10,12	2,09	20,65
4	SP-04	Sa Pa	5,93	5,04	3,07	0,14	0,30	0,70	22,68	27,96	9,14	2,06	22,54
5	SP-05	Sa Pa	5,88	5,33	4,95	0,21	0,33	0,13	11,20	17,71	14,14	4,34	30,69
6	SP-06	Sa Pa	7,18	6,59	2,53	0,13	0,63	0,62	11,20	41,09	10,20	5,72	56,04
7	SP-07	Sa Pa	4,85	4,04	7,37	0,36	0,22	0,18	1,84	22,90	14,22	3,87	27,22
8	SP-08	Sa Pa	6,10	4,76	2,00	0,12	0,24	0,27	11,20	66,52	9,52	3,72	39,02
9	SP-09	Sa Pa	5,98	5,14	5,31	0,26	0,32	0,27	1,80	28,68	14,16	3,48	24,59
10	SP-10	Sa Pa	6,06	5,26	4,60	0,16	0,31	0,29	3,18	26,87	14,68	4,16	28,34
11	SP-11	Sa Pa	5,60	5,11	3,89	0,18	0,39	0,89	94,23	38,68	9,84	3,81	38,67
12	SP-12	Sa Pa	5,74	4,73	4,13	0,18	0,59	0,75	49,05	25,18	16,12	3,46	21,48
13	SP-13	Sa Pa	5,65	5,05	3,95	0,21	0,17	0,81	31,87	29,88	8,08	3,56	44,05
14	SP-14	Sa Pa	5,85	5,59	4,60	0,28	0,50	1,37	82,26	67,00	15,12	4,29	28,35
15	SP-15	Sa Pa	5,43	4,57	4,24	0,20	0,24	0,15	5,22	25,91	14,50	2,53	17,42
16	SP-16	Sa Pa	5,90	4,95	1,95	0,09	0,19	0,97	5,68	15,79	17,90	4,07	22,72

TT	KH mẫu	Địa điểm	pH H ₂ O	pH KCl	OM (%)	Nts (%)	P ₂ O ₅ ts (%)	K ₂ Ots (%)	P ₂ O ₅ dt (mg/100g đất)	K ₂ Odt (mg/100g đất)	CEC (me/100g đất)	TBC (meq/100g đất)	BS (%)
17	SP-17	Sa Pa	5,78	4,85	5,78	0,17	0,32	1,13	22,26	16,75	16,16	4,16	25,75
18	SP-18	Sa Pa	4,45	3,72	6,60	0,24	0,33	1,07	47,14	14,10	13,76	2,07	15,04
19	SP-19	Sa Pa	5,36	4,41	4,36	0,17	0,12	1,06	0,86	29,04	7,94	3,22	40,55
20	SP-20	Sa Pa	5,44	4,22	3,18	0,16	0,24	1,18	7,74	51,09	18,52	2,69	14,52
21	SP-21	Sa Pa	5,03	4,03	3,18	0,18	0,21	1,15	4,91	18,08	18,86	3,21	17,02
22	SP-22	Sa Pa	5,60	4,30	4,36	0,18	0,16	1,10	9,49	13,23	9,80	3,22	32,86
23	SP-23	Sa Pa	4,90	4,10	4,74	0,18	0,31	0,89	7,79	9,31	9,15	2,13	23,28
24	SP-24	Sa Pa	6,10	5,50	4,53	0,22	0,18	2,43	7,92	35,12	10,21	4,98	48,78
25	SP-25	Sa Pa	4,70	3,50	3,90	0,16	0,13	1,22	6,54	12,50	9,10	2,05	22,53
26	SP-26	Sa Pa	5,30	4,10	2,83	0,13	0,14	0,75	8,98	6,98	7,54	2,61	34,62
27	SP-27	Sa Pa	5,00	4,20	2,21	0,07	0,11	1,15	10,94	10,54	10,54	2,34	22,20
28	SP-28	Sa Pa	4,90	3,90	3,71	0,17	0,33	0,83	28,65	9,10	8,52	2,30	26,96
29	SP-29	Sa Pa	4,20	3,50	3,41	0,12	0,14	1,02	7,66	13,63	11,50	2,44	21,22
30	SP-30	Sa Pa	5,70	4,30	3,12	0,18	0,18	1,10	12,58	16,23	12,32	3,34	27,11
31	SP-31	Sa Pa	5,60	4,20	1,22	0,08	0,16	2,89	10,01	23,45	9,80	2,83	28,88
32	SP-32	Sa Pa	5,20	4,20	3,47	0,18	0,16	1,15	9,24	9,63	12,03	4,05	33,67
33	SP-33	Sa Pa	4,10	3,60	5,72	0,22	0,22	1,05	17,30	10,22	6,03	1,39	23,07
34	SP-34	Sa Pa	5,10	4,10	3,12	0,15	0,24	1,32	36,98	17,40	6,41	2,17	33,85

TT	KH mẫu	Địa điểm	pH H ₂ O	pH KCl	OM (%)	Nts (%)	P2O ₅ ts (%)	K ₂ Ots (%)	P2O ₅ dt (mg/100g đất)	K ₂ Odt (mg/100g đất)	CEC (me/100g đất)	TBC (meq/100g đất)	BS (%)
35	SP-35	Sa Pa	5,80	5,10	4,98	0,19	0,14	2,47	7,73	25,36	13,02	6,23	47,85
36	SP-36	Sa Pa	5,60	4,20	3,99	0,21	0,16	1,05	9,24	19,53	10,23	3,24	31,67
37	SP-37	Sa Pa	5,90	4,80	1,66	0,10	0,14	2,21	10,07	21,23	11,28	2,30	20,39
38	SP-38	Sa Pa	5,20	4,60	3,81	0,18	0,31	1,64	13,22	22,15	9,50	2,05	21,62
39	SP-39	Sa Pa	5,00	4,20	3,22	0,17	0,18	1,39	20,78	14,62	11,60	2,43	20,95
40	SP-40	Sa Pa	4,80	3,80	3,19	0,18	0,31	1,01	14,38	7,26	9,60	1,65	17,19
41	SP-41	Sa Pa	5,50	4,20	1,60	0,13	0,13	1,23	13,32	7,63	12,69	1,92	15,13
42	SP-42	Sa Pa	5,50	4,30	3,02	0,12	0,16	1,03	9,14	6,21	10,64	3,20	30,08
43	SP-43	Sa Pa	5,30	4,20	3,16	0,15	0,19	1,55	18,62	18,65	11,64	3,00	25,77
44	SP-44	Sa Pa	5,50	4,40	1,66	0,10	0,14	1,30	13,32	10,12	8,82	2,03	23,02
45	SP-45	Sa Pa	4,52	3,74	3,53	0,19	0,15	0,16	7,83	7,53	11,20	1,99	17,77
46	SP-46	Sa Pa	4,65	3,88	3,17	0,15	0,18	1,43	7,90	11,23	13,60	3,71	27,26
47	SP-47	Sa Pa	4,84	3,96	3,47	0,18	0,19	0,98	13,61	10,82	11,63	3,34	28,72
48	SP-48	Sa Pa	5,48	4,20	3,26	0,15	0,36	1,63	12,29	26,53	9,20	4,03	43,80
49	SP-49	Sa Pa	5,12	4,43	3,67	0,14	0,67	1,45	63,80	13,26	16,80	4,45	26,46
50	SP-50	Sa Pa	5,04	3,95	3,03	0,15	0,22	1,32	6,21	18,25	7,84	2,21	28,16
51	SP-51	Sa Pa	5,07	3,95	3,46	0,13	0,32	1,55	7,62	18,27	14,00	4,26	30,43
52	SP-52	Sa Pa	4,57	3,78	3,31	0,16	0,18	0,91	11,20	12,92	14,83	3,36	22,69

TT	KH mẫu	Địa điểm	pH H ₂ O	pH KCl	OM (%)	Nts (%)	P ₂ O ₅ ts (%)	K ₂ Ots (%)	P ₂ O ₅ dt (mg/100g đất)	K ₂ Odt (mg/100g đất)	CEC (me/100g đất)	TBC (meq/100g đất)	BS (%)
53	SP-53	Sa Pa	5,12	3,92	6,26	0,29	0,14	1,71	7,55	25,98	10,20	4,36	42,73
54	SP-54	Sa Pa	5,37	4,24	2,53	0,12	0,20	1,73	8,82	19,86	10,80	3,35	31,05
55	SP-55	Sa Pa	5,37	4,19	2,96	0,12	0,35	1,73	12,93	23,66	8,80	3,25	36,95
56	SP-56	Sa Pa	5,27	4,53	3,16	0,11	0,18	0,83	10,36	8,32	9,75	3,81	39,04
57	SP-57	Sa Pa	4,84	4,01	3,17	0,13	0,29	1,68	13,29	16,63	10,94	4,36	39,83
58	BH-01	Bắc Hà	5,14	4,41	2,42	0,16	0,20	1,93	9,66	8,31	10,00	2,47	24,70
59	BH-02	Bắc Hà	6,56	6,59	2,71	0,17	0,19	2,04	12,26	29,16	13,98	2,36	16,88
60	BH-03	Bắc Hà	5,13	4,55	1,06	0,06	0,22	1,96	21,92	17,59	9,68	2,96	30,58
61	BH-04	Bắc Hà	4,98	3,92	3,42	0,19	0,19	1,84	26,47	34,46	17,24	3,56	20,65
62	BH-05	Bắc Hà	6,09	4,86	3,77	0,16	0,25	1,90	47,14	42,42	13,62	2,76	20,26
63	BH-06	Bắc Hà	6,14	5,59	4,83	0,28	0,27	2,35	9,50	33,62	11,60	4,01	34,57
64	BH-07	Bắc Hà	5,80	5,27	2,59	0,15	0,23	1,79	14,63	10,48	6,54	1,39	21,25
65	BH-08	Bắc Hà	5,84	5,20	1,65	0,12	0,20	1,77	13,56	8,19	7,78	5,03	64,65
66	BH-09	Bắc Hà	6,40	5,18	3,30	0,19	0,22	1,69	2,07	15,18	14,06	6,22	44,27
67	BH-10	Bắc Hà	5,12	4,30	2,42	0,14	0,25	2,09	19,62	26,39	11,90	3,10	26,05
68	BH-11	Bắc Hà	6,30	5,56	1,36	0,09	0,20	1,75	4,15	21,93	5,08	2,19	43,11
69	BH-12	Bắc Hà	7,44	6,86	3,30	0,20	0,23	1,42	15,18	20,12	10,88	3,22	29,60
70	BH-13	Bắc Hà	7,48	7,05	3,01	0,18	0,25	1,04	20,84	35,31	8,38	2,63	31,38

TT	KH mẫu	Địa điểm	pH H ₂ O	pH KCl	OM (%)	Nts (%)	P ₂ O ₅ ts (%)	K ₂ Ots (%)	P ₂ O ₅ dt (mg/100g đất)	K ₂ Odt (mg/100g đất)	CEC (me/100g đất)	TBC (meq/100g đất)	BS (%)
71	BH-14	Bắc Hà	6,34	5,38	3,42	0,21	0,26	1,01	2,38	7,83	20,64	4,23	20,49
72	BH-15	Bắc Hà	5,86	4,66	4,54	0,30	0,26	1,76	8,81	12,77	13,84	2,87	20,74
73	BH-16	Bắc Hà	5,40	4,38	2,24	0,16	0,42	1,64	6,15	7,11	7,56	5,03	66,53
74	BH-17	Bắc Hà	6,37	5,35	2,48	0,13	0,32	1,59	4,22	22,41	9,82	3,26	33,20
75	BH-18	Bắc Hà	6,08	5,30	2,12	0,16	0,20	1,66	1,84	27,59	8,28	3,24	39,13
76	BH-19	Bắc Hà	4,00	3,50	2,32	0,16	0,13	1,46	7,80	13,23	8,80	1,24	14,13
77	BH-20	Bắc Hà	4,10	3,50	1,68	0,12	0,12	1,04	7,67	8,41	11,60	1,12	9,66
78	BH-21	Bắc Hà	4,20	3,60	1,67	0,10	0,13	0,90	7,96	5,11	10,40	2,09	20,10
79	BH-22	Bắc Hà	5,30	4,00	2,56	0,16	0,11	2,65	1,67	16,23	11,40	2,83	24,82
80	BH-23	Bắc Hà	5,00	4,00	4,98	0,19	0,14	1,70	12,01	10,90	10,00	3,39	33,94
81	BH-24	Bắc Hà	5,00	3,90	4,22	0,18	0,13	2,58	7,93	16,35	12,40	2,53	20,40
82	BH-25	Bắc Hà	5,00	3,90	2,69	0,20	0,13	2,46	6,83	18,64	10,25	2,11	20,59
83	BH-26	Bắc Hà	5,70	4,20	3,77	0,19	0,12	1,77	8,45	25,63	14,80	5,25	35,46
84	BH-27	Bắc Hà	5,50	4,10	3,98	0,16	0,11	0,75	0,96	7,53	9,20	1,21	13,15
85	BH-28	Bắc Hà	5,00	4,10	3,63	0,16	0,12	0,67	8,90	7,38	8,60	2,25	26,14
86	BH-29	Bắc Hà	5,70	4,10	1,88	0,13	0,11	0,82	2,64	9,65	8,80	2,01	22,84
87	BH-30	Bắc Hà	5,00	3,50	2,36	0,17	0,10	0,65	5,99	4,32	11,60	2,33	20,09
88	BH-31	Bắc Hà	5,80	4,90	3,16	0,16	0,11	1,89	7,82	31,42	10,30	5,04	48,93

TT	KH mẫu	Địa điểm	pH H ₂ O	pH KCl	OM (%)	Nts (%)	P ₂ O ₅ ts (%)	K ₂ Ots (%)	P ₂ O ₅ dt (mg/100g đất)	K ₂ Odt (mg/100g đất)	CEC (me/100g đất)	TBC (meq/100g đất)	BS (%)
89	BH-32	Bắc Hà	4,50	3,90	3,69	0,20	0,18	0,67	12,35	10,68	5,60	1,13	20,18
90	BH-33	Bắc Hà	5,40	4,20	1,41	0,07	0,14	2,21	6,79	18,52	9,80	2,86	29,18
91	BH-34	Bắc Hà	5,20	4,30	2,28	0,08	0,14	0,51	14,32	6,13	11,58	2,36	20,38
92	BH-35	Bắc Hà	5,60	4,50	2,47	0,17	0,09	0,13	6,05	7,53	9,92	0,85	8,57
93	BH-36	Bắc Hà	5,10	4,40	2,55	0,10	0,13	1,14	12,06	16,95	8,66	2,08	24,02
94	BH-37	Bắc Hà	5,10	4,00	2,41	0,12	0,13	1,05	9,08	16,02	11,62	2,96	25,47
95	BH-38	Bắc Hà	4,90	3,80	2,60	0,11	0,13	0,81	6,09	9,04	14,30	2,03	14,20
96	BH-39	Bắc Hà	5,70	4,50	4,09	0,19	0,13	1,30	6,86	21,53	8,81	2,01	22,81
		Min	4,00	3,50	1,06	0,06	0,09	0,13	0,86	4,32	5,08	0,85	8,57
		Max	7,48	7,05	7,37	0,36	0,67	2,89	96,13	67,00	20,64	6,23	66,53
		TB	5,41	4,48	3,32	0,16	0,22	1,27	15,00	19,47	11,17	3,05	28,26

PHỤ LỤC 4
KẾT QUẢ PHÂN TÍCH HÀM LƯỢNG MỘT SỐ NGUYÊN TỐ TRONG LÁ CẢI BẮP

STT	Ký hiệu mẫu	Huyện	N, %	P, %	K,%	S, %	Ca, %	Mg, %	B, mg/kg	Mn, mg/kg	Fe, mg/kg	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Mo, mg/kg
1	M1	Sa Pa	5,54	0,43	3,90	0,99	1,24	0,29	22,30	60,51	150,05	3,65	28,09	0,51
2	M2	Sa Pa	3,87	0,56	3,60	1,16	0,99	0,26	18,23	90,10	220,00	4,94	42,91	0,30
3	M3	Sa Pa	6,73	0,72	4,10	1,16	1,49	0,46	18,95	78,39	189,95	5,94	45,10	0,37
4	M4	Sa Pa	4,11	0,53	3,50	1,10	1,42	0,22	16,71	33,02	154,47	4,41	29,69	0,75
5	M5	Sa Pa	6,98	0,64	4,00	1,17	1,99	0,32	21,91	36,98	410,00	3,91	43,49	0,93
6	M6	Sa Pa	5,96	0,48	3,20	0,98	1,80	0,34	11,86	34,21	107,00	7,01	35,12	0,42
7	M7	Sa Pa	5,00	0,57	3,80	1,06	1,26	0,25	23,13	62,40	107,52	4,23	33,84	0,76
8	M8	Sa Pa	4,31	0,54	3,30	0,88	1,40	0,27	11,58	42,08	139,27	4,08	32,16	0,72
9	M9	Sa Pa	4,50	0,54	3,40	0,99	1,27	0,26	12,80	31,59	164,88	4,07	27,87	0,74
10	M10	Bắc Hà	3,21	0,38	2,40	0,87	1,74	0,26	3,16	58,97	151,24	2,97	21,93	0,30
11	M11	Bắc Hà	5,08	0,43	4,00	0,90	1,02	0,20	11,29	52,77	95,53	4,20	36,05	0,18
12	M12	Bắc Hà	5,03	0,39	3,30	0,92	1,23	0,23	10,73	97,36	117,17	4,58	41,83	0,15
13	M13	Bắc Hà	5,78	0,42	3,20	0,90	1,12	0,20	7,76	26,37	92,99	4,42	35,14	0,20
14	M14	Bắc Hà	5,95	0,52	4,00	0,80	1,28	0,25	22,71	33,36	82,48	2,93	28,13	1,17
15	M15	Bắc Hà	6,00	0,56	4,30	0,85	1,18	0,27	21,05	27,50	107,55	4,56	38,41	0,71
16	M16	Bắc Hà	4,80	0,53	3,00	0,98	1,17	0,21	22,13	40,73	117,26	4,94	47,41	0,30

STT	Ký hiệu mẫu	Huyện	N, %	P, %	K,%	S, %	Ca, %	Mg, %	B, mg/kg	Mn, mg/kg	Fe, mg/kg	Cu, mg/kg	Zn, mg/kg	Mo, mg/kg
17	M17	Bắc Hà	5,93	0,55	4,30	0,82	1,34	0,25	21,90	22,56	101,35	3,74	32,66	0,78
18	M18	Bắc Hà	5,87	0,54	4,00	0,99	1,40	0,28	7,10	21,50	91,04	5,07	40,94	0,17
19	M19	Bắc Hà	4,73	0,42	3,90	0,84	1,01	0,20	12,05	52,04	95,33	4,08	34,89	0,19
20	M20	Bắc Hà	5,39	0,55	3,30	0,91	1,61	0,28	10,22	33,35	121,35	5,02	40,77	0,31
21	M21	Bắc Hà	3,40	0,32	3,30	0,68	0,98	0,17	14,61	23,69	230,00	7,39	39,43	0,32
22	M22	Bắc Hà	5,25	0,64	4,60	1,19	1,22	0,23	18,25	36,53	143,79	6,16	30,57	0,55
23	M23	Bắc Hà	4,80	0,59	4,10	0,92	1,05	0,25	24,77	47,37	159,14	12,91	51,08	1,59
24	M24	Bắc Hà	2,98	0,46	3,10	0,97	0,84	0,18	9,55	24,05	74,43	3,93	22,18	0,53
25	M25	Bắc Hà	4,03	0,41	2,30	1,06	0,89	0,19	12,08	75,19	99,35	3,56	30,50	0,30
26	M26	Bắc Hà	4,87	0,36	2,90	0,87	1,52	0,19	9,38	23,03	89,49	2,49	22,59	0,45
27	M27	Bắc Hà	5,34	0,50	3,50	0,96	2,10	0,26	5,26	28,48	100,12	2,94	23,67	0,30

PHỤ LỤC 5 KẾT QUẢ XỬ LÝ THỐNG KÊ

Ảnh hưởng của lượng vôi bón đến năng suất cải bắp vụ hè tại Sa Pa

SAPA OFF SEASON 2017
SINGLE EFFECT ANOVA FOR UNBALANCED DATA FILE LSP17 24/ 3/18 17:28

----- :PAGE 1

ANOVA FOR SINGLE EFFECT - T\$

VARIATE	TREATMENT MS - DF	RESIDUAL MS - DF	F-RATIO	F-PROB
FW	66.621 5	68.852 15	0.97	0.469
HY	19.118 5	41.589 15	0.46	0.801

ANOVA FOR SINGLE EFFECT - REP

VARIATE	TREATMENT MS - DF	RESIDUAL MS - DF	F-RATIO	F-PROB
FW	48.412 3	71.803 17	0.67	0.583
HY	48.098 3	33.831 17	1.42	0.271

TABLE OF MEANS FOR FACTORIAL EFFECTS FILE LSP17 24/ 3/18 17:28

----- :PAGE 2

MEANS FOR EFFECT T\$

T\$	NOS	FW	HY
1	4	35.6000	21.7143
2	4	42.2857	26.1429
3	2	40.0000	26.2857
4	4	38.8571	24.1429
5	4	43.1429	26.0000
6	3	48.5714	28.5714

SE (N= 4)	4.14885	3.22448
5%LSD 15DF	12.5061	9.71972

MEANS FOR EFFECT REP

REP	NOS	FW	HY
1	5	36.9371	22.6286
2	5	44.2286	29.2571
3	6	42.3810	23.2381
4	5	41.0286	26.2857

SE (N= 5)	3.78953	2.60120
5%LSD 17DF	11.3070	7.76128

ANALYSIS OF VARIANCE SUMMARY TABLE FILE LSP17 24/ 3/18 17:28

----- :PAGE 3

F-PROBABILITY VALUES FOR EACH EFFECT IN THE MODEL. SECTION - 1

VARIATE	GRAND MEAN (N= 21) NO. OBS.	STANDARD DEVIATION BASED ON TOTAL SS	DEVIATION BASED ON RESID SS	C OF V SD/MEAN %	T\$	REP
FW	21 41.203	8.2640	8.4736	20.6	0.4690	0.5826
HY	21 25.252	5.9976	5.8165	23.0	0.8012	0.2707

Ảnh hưởng của lượng vôi bón đến năng suất cải bắp vụ đông tại Sa Pa

SAPA ON SEASON 2017-2018
 SINGLE EFFECT ANOVA FOR UNBALANCED DATA FILE LSP18 24/ 3/18 17:32
 ----- :PAGE 1

ANOVA FOR SINGLE EFFECT - T\$

VARIATE	TREATMENT MS	DF	RESIDUAL MS	DF	F-RATIO	F-PROB
FW	13.884	5	93.061	16	0.15	0.975
HY	5.6682	5	60.223	16	0.09	0.990

ANOVA FOR SINGLE EFFECT - REP

VARIATE	TREATMENT MS	DF	RESIDUAL MS	DF	F-RATIO	F-PROB
FW	328.76	3	31.785	18	10.34	0.000
HY	200.95	3	21.614	18	9.30	0.001

TABLE OF MEANS FOR FACTORIAL EFFECTS FILE LSP18 24/ 3/18 17:32
 ----- :PAGE 2

MEANS FOR EFFECT T\$

T\$	NOS	FW	HY
1	4	32.0400	12.2343
2	3	31.0582	10.8943
3	3	25.4871	10.8743
4	4	33.7929	13.8100
5	4	33.3171	14.7186
6	4	37.6229	15.8329
SE (N= 4)			
5%LSD	16DF	4.82341	3.88019
		14.4607	11.6329

MEANS FOR EFFECT REP

REP	NOS	FW	HY
1	6	42.2590	20.7057
2	6	37.6952	16.8505
3	6	25.7524	7.76286
4	4	29.3229	10.3857
SE (N= 6)			
5%LSD	18DF	2.30162	1.89799
		6.83844	5.63920

ANALYSIS OF VARIANCE SUMMARY TABLE FILE LSP18 24/ 3/18 17:32
 ----- :PAGE 3

F-PROBABILITY VALUES FOR EACH EFFECT IN THE MODEL. SECTION - 1

VARIATE	GRAND MEAN (N= 22) NO. OBS.	STANDARD DEVIATION BASED ON TOTAL SS	DEVIATION BASED ON RESID SS	C OF V SD/MEAN %	T\$	REP
FW	22 34.161	8.6145	5.6378	16.5	0.9754	0.0004
HY	22 14.248	6.8727	4.6491	32.6	0.9901	0.0007

Ảnh hưởng của lượng vôi bón đến năng suất cải bắp vụ đông tại Sa Pa

LIME BACHA ON SEASON 2017-2018
 BALANCED ANOVA FOR VARIATE FW FILE LBH18 24/ 3/18 17:36 :PAGE 1
 VARIATE V003 FW

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ER LN
1	T\$	5	1103.04	220.608	3.97	0.017	3
2	REP	3	768.981	256.327	4.61	0.018	3
*	RESIDUAL	15	834.573	55.6382			
* TOTAL (CORRECTED)		23	2706.59	117.678			

BALANCED ANOVA FOR VARIATE HY FILE LBH18 24/ 3/18 17:36 :PAGE 2
 VARIATE V004 HY

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ER LN
1	T\$	5	516.636	103.327	4.59	0.010	3
2	REP	3	312.094	104.031	4.62	0.018	3
*	RESIDUAL	15	337.686	22.5124			
* TOTAL (CORRECTED)		23	1166.42	50.7137			

TABLE OF MEANS FOR FACTORIAL EFFECTS FILE LBH18 24/ 3/18 17:36 :PAGE 3
 MEANS FOR EFFECT T\$

	T\$	NOS	FW	HY
1		4	36.1529	15.9157
2		4	34.5071	15.0400
3		4	30.3543	11.9562
4		4	20.5786	6.60095
5		4	22.6929	6.35048
6		4	16.4357	3.66762
SE(N= 4)			3.72955	2.37236
5%LSD 15DF			11.2422	7.15113

MEANS FOR EFFECT REP

	REP	NOS	FW	HY
1		6	29.2571	11.9943
2		6	22.9267	7.31619
3		6	22.6378	5.67238
4		6	36.4975	14.7044
SE(N= 6)			3.04517	1.93702
5%LSD 15DF			9.17920	5.83887

ANALYSIS OF VARIANCE SUMMARY TABLE FILE LBH18 24/ 3/18 17:36 :PAGE 4

F-PROBABLIITY VALUES FOR EACH EFFECT IN THE MODEL. SECTION - 1

VARIATE	GRAND MEAN (N= 24)	STANDARD DEVIATION	C OF V	T\$	REP
	NO. OBS.	BASED ON TOTAL SS	BASED ON RESID SS	SD/MEAN %	
FW	24	27.830	10.848	7.4591	26.8 0.0173 0.0177
HY	24	9.9218	7.1214	4.7447	47.8 0.0098 0.0176

Ảnh hưởng của lượng vô i (có bổ sung vi lượng) đến năng suất cải bắp

LIME MICRO BAC HA 2021

BALANCED ANOVA FOR VARIATE FW FILE LMBH18 26/ 12/21 16:39 :PAGE 1

VARIATE V003 FW

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ER LN
1	T\$	5	101.891	20.3781	0.76	0.592	3
2	REP	3	21.5682	7.18941	0.27	0.848	3
*	RESIDUAL	15	400.491	26.6994			
* TOTAL (CORRECTED)		23	523.950	22.7804			

BALANCED ANOVA FOR VARIATE HY FILE LMBH18 26/ 12/21 16:39 :PAGE 2

VARIATE V004 HY

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ER LN
1	T\$	5	59.2434	11.8487	0.64	0.675	3
2	REP	3	21.3230	7.10767	0.38	0.769	3
*	RESIDUAL	15	277.960	18.5306			
* TOTAL (CORRECTED)		23	358.526	15.5881			

TABLE OF MEANS FOR FACTORIAL EFFECTS FILE LMBH18 26/ 12/21 16:39 :PAGE 3

MEANS FOR EFFECT T\$

	T\$	NOS	FW	HY
1		4	50.5957	30.3357
2		4	52.8429	31.1886
3		4	46.2014	26.4514
4		4	50.5171	29.8114
5		4	49.4257	28.0576
6		4	51.4829	29.8057
SE (N= 4)			2.58357	2.15236
5%LSD 15DF			7.78780	6.48798

MEANS FOR EFFECT REP

	REP	NOS	FW	HY
1		6	50.9295	28.3965
2		6	48.9010	29.8781
3		6	49.6457	28.3219
4		6	51.2343	30.5038
SE (N= 6)			2.10948	1.75740
5%LSD 15DF			6.35871	5.29741

ANALYSIS OF VARIANCE SUMMARY TABLE FILE LMBH18 26/ 12/21 16:39 :PAGE 4

F-PROBABLIITY VALUES FOR EACH EFFECT IN THE MODEL. SECTION - 1

VARIATE	GRAND MEAN (N= 24)	STANDARD DEVIATION	COV	T\$	REP
	NO. OBS.	BASED ON TOTAL SS	BASED ON RESID SS	SD/MEAN %	
FW	24	50.178	4.7729	5.1671	10.3 0.5916 0.8476
HY	24	29.275	3.9482	4.3047	14.7 0.6750 0.7688

Ảnh hưởng của lượng đạm bón đến năng suất cải bắp

Statistix 8.2

ANH HUONG CUA LUONG N BON DEN NANG SUAT SINH KHOI

Randomized Complete Block AOV Table for N~01

Source	DF	SS	MS	F	P
Lap	3	2973.7	991.22		
N	4	9070.5	2267.63	18.27	0.0000
Error	12	1489.3	124.11		
Total	19	13533.4			

Grand Mean 64.760 CV 15.70

Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	357.47	357.470	3.47	0.0892
Remainder	11	1131.79	102.890		

Relative Efficiency, RCB 2.05

Means of N~01 for N

N	Mean
30	25.725
90	63.000
150	68.500
210	87.775
270	78.800
Observations per Mean	4
Standard Error of a Mean	5.5701
Std Error (Diff of 2 Means)	7.8773

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N~01 for N

N	Mean	Homogeneous Groups
210	87.775	A
270	78.800	AB
150	68.500	B
90	63.000	B
30	25.725	C

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 7.8773
 Critical T Value 2.179 Critical Value for Comparison (Lsd) 16.133
 Error term used: Lap*N, 12 DF
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Anh huong cua luong N bon den nang suat phan bap

Statistix 8.2

ANH HUONG CUA LUONG N BON DEN NANG SUAT PHAN BAP

Randomized Complete Block AOV Table for N~01

Source	DF	SS	MS	F	P
Lap	3	329.99	109.995		
N	4	3807.93	951.982	13.13	0.0002
Error	12	870.07	72.506		
Total	19	5007.98			

Grand Mean 40.570 CV 21.19

Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	95.303	95.3025	1.35	0.2694
Remainder	11	774.766	70.4333		

Relative Efficiency, RCB 1.05

Means of N~01 for N

N	Mean
30	16.300
90	40.225
150	43.300
210	59.125
270	43.900
Observations per Mean	4
Standard Error of a Mean	4.2575
Std Error (Diff of 2 Means)	6.0210

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N~01 for N

N	Mean	Homogeneous Groups
210	59.125	A
270	43.900	B
150	43.300	B
90	40.225	B
30	16.300	C

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 6.0210
 Critical T Value 2.179 Critical Value for Comparison (Lsd) 13.41
 Error term used: Lap*N, 12 DF
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Ảnh hưởng của không bón vôi bón đến năng suất cải bắp với các mức lân

Statistix 8.2

ANH HUONG CUA P KHI KHONG BON VOI DEN NANG SUAT SINH KHOI BAP CAI

Randomized Complete Block AOV Table for N

Source	DF	SS	MS	F	P
Lap	3	80.87	26.958		
P	5	777.67	155.535	7.77	0.0009
Error	15	300.42	20.028		
Total	23	1158.97			

Grand Mean 39.904 CV 11.22

Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	32.659	32.6587	1.71	0.2124
Remainder	14	267.766	19.1262		

Relative Efficiency, RCB 1.03

Means of N for P

P	Mean
0	29.950
30	34.965
60	40.960
90	42.777
120	44.522
150	46.248
Observations per Mean	4
Standard Error of a Mean	2.2377
Std Error (Diff of 2 Means)	3.1645

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N for P

P	Mean	Homogeneous Groups
150	46.248	A
120	44.522	A
90	42.777	A
60	40.960	AB
30	34.965	BC
0	29.950	C

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 3.1645
 Critical T Value 2.131 Critical Value for Comparison (Lsd) 6.7450
 Error term used: Lap*P, 15 DF

There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Ảnh hưởng của p khi không bón voi đến năng suất phân bón cái

Statistix 8.2

ANH HUONG CUA P KHI KHONG BON VOI DEN NANG SUAT PHAN BAP CAI

Randomized Complete Block AOV Table for N

Source	DF	SS	MS	F	P
Lap	3	31.799	10.5996		
P	5	489.853	97.9705	8.86	0.0004
Error	15	165.870	11.0580		
Total	23	687.522			

Grand Mean 18.524 CV 17.95

Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	2.878	2.8783	0.25	0.6268
Remainder	14	162.992	11.6423		

Relative Efficiency, RCB 0.98

Means of N for P

P	Mean
0	10.515
30	15.322
60	18.680
90	20.388
120	22.035
150	24.202
Observations per Mean	4
Standard Error of a Mean	1.6627
Std Error (Diff of 2 Means)	2.3514

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N for P

P	Mean	Homogeneous Groups
150	24.202	A
120	22.035	AB
90	20.388	AB
60	18.680	BC
30	15.322	CD
0	10.515	D

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.3514
 Critical T Value 2.131 Critical Value for Comparison (Lsd) 5.0119
 Error term used: Lap*P, 15 DF
 There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means
 are not significantly different from one another.

Ảnh hưởng của P khi có bốn vôi đến năng suất sinh khối

Statistix 8.2

ANH HUONG CUA P KHI CO BON VOI DEN NANG SUAT SINH KHOI

Randomized Complete Block AOV Table for N

Source	DF	SS	MS	F	P
Lap	3	205.347	68.4489		
P	5	424.720	84.9440	3.52	0.0263
Error	15	361.495	24.0997		
Total	23	991.562			

Grand Mean 36.872 CV 13.31

Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	11.625	11.6245	0.47	0.5064
Remainder	14	349.870	24.9907		

Relative Efficiency, RCB 1.22

Means of N for P

P	Mean
0	29.938
30	33.428
60	36.942
90	37.765
120	42.320
150	40.840
Observations per Mean	4
Standard Error of a Mean	2.4546
Std Error (Diff of 2 Means)	3.4713

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N for P

P	Mean	Homogeneous Groups
120	42.320	A
150	40.840	A
90	37.765	AB
60	36.942	ABC
30	33.428	BC
0	29.938	C

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 3.4713
 Critical T Value 2.131 Critical Value for Comparison (Lsd) 7.3989
 Error term used: Lap*P, 15 DF
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means
 are not significantly different from one another.

Ảnh hưởng của P khi có bốn vôi đến năng suất phần bấp

Statistix 8.2

ANH HUONG CUA P KHI CO BON VOI DEN NANG SUAT PHAN BAP

Randomized Complete Block AOV Table for N

Source	DF	SS	MS	F	P
Lap	3	129.736	43.2452		
P	5	158.210	31.6420	1.44	0.2652
Error	15	328.510	21.9007		
Total	23	616.456			

Grand Mean 15.572 CV 30.05

Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	8.868	8.8682	0.39	0.5432
Remainder	14	319.642	22.8316		

Relative Efficiency, RCB 1.11

Means of N for P

P	Mean
0	12.223
30	12.840
60	14.995
90	15.980
120	19.348
150	18.045
Observations per Mean	4
Standard Error of a Mean	2.3399
Std Error (Diff of 2 Means)	3.3091

LSD All-Pairwise Comparisons Test of N for P

P	Mean	Homogeneous Groups
120	19.348	A
150	18.045	AB
90	15.980	AB
60	14.995	AB
30	12.840	AB
0	12.223	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 3.3091
Critical T Value 2.131 Critical Value for Comparison (Lsd) 7.0532
Error term used: Lap*P, 15 DF
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Ảnh hưởng của bổ sung vi lượng đến năng suất cải bắp Sa Pa 2017

Appendix: Statistic summary

MICRO EXP OFF SEASON 2017

BALANCED ANOVA FOR VARIATE FW FILE MOSP2017 24/ 3/18 17:42 :PAGE 1

VARIATE V003 FW

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ER LN
1	TREATMEN	5	484.283	96.8565	1.56	0.232	3
2	REP	3	178.004	59.3348	0.95	0.442	3
*	RESIDUAL	15	934.208	62.2805			
*	TOTAL (CORRECTED)	23	1596.49	69.4128			

BALANCED ANOVA FOR VARIATE HY FILE MOSP2017 24/ 3/18 17:42 :PAGE 2

VARIATE V004 HY

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ER LN
1	TREATMEN	5	407.286	81.4572	0.85	0.535	3
2	REP	3	103.891	34.6304	0.36	0.783	3
*	RESIDUAL	15	1431.86	95.4574			
*	TOTAL (CORRECTED)	23	1943.04	84.4799			

TABLE OF MEANS FOR FACTORIAL EFFECTS FILE MOSP2017 24/ 3/18 17:42 :PAGE 3

MEANS FOR EFFECT TREATMEN

TREATMEN	NOS	FW	HY
1	4	38.7429	21.6571
2	4	48.5714	27.4286
3	4	50.1429	29.1429
4	4	42.8571	24.5714
5	4	45.7143	28.8571
6	4	51.9429	34.9143
SE(N= 4)		3.94590	4.88511
5%LSD 15DF		11.8943	14.7255

MEANS FOR EFFECT REP

REP	NOS	FW	HY
1	6	44.9333	26.0000
2	6	47.1429	31.1429
3	6	50.2857	27.8095
4	6	42.9524	26.0952
SE(N= 6)		3.22181	3.98868
5%LSD 15DF		9.71168	12.0233

ANALYSIS OF VARIANCE SUMMARY TABLE FILE MOSP2017 24/ 3/18 17:42 :PAGE 4

F-PROBABLIITY VALUES FOR EACH EFFECT IN THE MODEL. SECTION - 1

VARIATE	GRAND MEAN (N= 24)	STANDARD DEVIATION	C OF V	TREATMEN	REP
	NO. OBS.	BASED ON TOTAL SS	BASED ON RESID SS	SD/MEAN	%
FW	24	46.329	8.3314	7.8918	17.0
HY	24	27.762	9.1913	9.7702	33.2
				0.2318	0.4419
				0.5350	0.7830

Ảnh hưởng của bổ sung vi lượng đến năng suất cải bắp Bắc Hà 2018

MICRO EXP ON SEASON BAC HA 2018

BALANCED ANOVA FOR VARIATE FW FILE MOBH2018 24/ 3/18 17:47

:PAGE 1

VARIATE V003 FW

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ER LN
1	T\$	5	1403.87	280.774	13.53	0.000	3
2	REP	3	112.093	37.3644	1.80	0.189	3
*	RESIDUAL	15	311.291	20.7528			
* TOTAL (CORRECTED)		23	1827.25	79.4458			

BALANCED ANOVA FOR VARIATE HY FILE MOBH2018 24/ 3/18 17:47

:PAGE 2

VARIATE V004 HY

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ER LN
1	T\$	5	1285.51	257.102	24.28	0.000	3
2	REP	3	27.9489	9.31630	0.88	0.476	3
*	RESIDUAL	15	158.830	10.5887			
* TOTAL (CORRECTED)		23	1472.29	64.0127			

TABLE OF MEANS FOR FACTORIAL EFFECTS FILE MOBH2018 24/ 3/18 17:47

:PAGE 3

MEANS FOR EFFECT T\$

	T\$	NOS	FW	HY
1		4	35.1414	15.4971
2		4	38.7700	20.6929
3		4	55.4457	35.0200
4		4	39.0986	19.5514
5		4	42.9000	22.7214
6		4	53.4343	33.8557
SE(N= 4)			2.27776	1.62701
5%LSD 15DF			6.86597	4.90438

MEANS FOR EFFECT REP

	REP	NOS	FW	HY
1		6	45.5210	25.0724
2		6	41.6886	25.1876
3		6	46.9200	25.2743
4		6	42.3971	22.6914
SE(N= 6)			1.85978	1.32845
5%LSD 15DF			5.60604	4.00441

ANALYSIS OF VARIANCE SUMMARY TABLE FILE MOBH2018 24/ 3/18 17:47

:PAGE 4

F-PROBABLIITY VALUES FOR EACH EFFECT IN THE MODEL. SECTION - 1

VARIATE	GRAND MEAN (N= 24)	STANDARD DEVIATION	C OF V	T\$	REP
	NO. OBS.	BASED ON TOTAL SS	BASED ON RESID SS	SD/MEAN %	
FW	24	44.132	8.9132	4.5555	10.3 0.0001 0.1895
HY	24	24.556	8.0008	3.2540	13.3 0.0000 0.4756

Ảnh hưởng của bổ sung vi lượng đến năng suất cải bắp SaPa 2018
 MICRO EXP ON SAPA 2018

BALANCED ANOVA FOR VARIATE FW FILE MOSP2018 24/ 3/18 17:50 :PAGE 1

VARIATE V003 FW

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ER LN
1	T\$	5	404.027	80.8055	1.72	0.190	3
2	REP	3	199.020	66.3401	1.41	0.277	3
*	RESIDUAL	15	703.673	46.9116			
* TOTAL (CORRECTED)		23	1306.72	56.8140			

BALANCED ANOVA FOR VARIATE HY FILE MOSP2018 24/ 3/18 17:50 :PAGE 2

VARIATE V004 HY

LN	SOURCE OF VARIATION	DF	SUMS OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	PROB	ER LN
1	T\$	5	331.388	66.2776	2.14	0.116	3
2	REP	3	126.952	42.3175	1.37	0.291	3
*	RESIDUAL	15	464.966	30.9977			
* TOTAL (CORRECTED)		23	923.306	40.1437			

TABLE OF MEANS FOR FACTORIAL EFFECTS FILE MOSP2018 24/ 3/18 17:50 :PAGE 3

MEANS FOR EFFECT T\$

	T\$	NOS	FW	HY
1		4	44.5714	26.0000
2		4	51.0000	32.1429
3		4	54.0000	33.8571
4		4	50.2857	31.2857
5		4	45.0000	25.0000
6		4	55.4286	34.7143
SE(N= 4)			3.42460	2.78378
5%LSD 15DF			10.3230	8.39130

MEANS FOR EFFECT REP

	REP	NOS	FW	HY
1		6	54.0000	33.3333
2		6	49.7143	29.6190
3		6	50.5714	31.8095
4		6	45.9048	27.2381
SE(N= 6)			2.79617	2.27295
5%LSD 15DF			8.42866	6.85146

ANALYSIS OF VARIANCE SUMMARY TABLE FILE MOSP2018 24/ 3/18 17:50 :PAGE 4

F-PROBABLIITY VALUES FOR EACH EFFECT IN THE MODEL. SECTION - 1

VARIATE	GRAND MEAN (N= 24)	STANDARD DEVIATION	C OF V	T\$	REP
	NO.	BASED ON TOTAL SS	BASED ON RESID SS	SD/MEAN %	
FW	24	50.048	7.5375	6.8492	13.7 0.1896 0.2774
HY	24	30.500	6.3359	5.5676	18.3 0.1163 0.2913

PHỤ LỤC 6
MỘT SỐ HÌNH ẢNH THỰC HIỆN LUẬN ÁN



Khảo sát, điều tra nông hộ



Điều tra, xác định các khó khăn trong sản xuất rau cải bắp



Một số hình ảnh mô hình thực nghiệm xác định lượng lân thích hợp cho cải bắp



Một số hình ảnh mô hình thực nghiệm xác định lượng đạm thích hợp cho cải bắp



Một số hình ảnh mô hình thực nghiệm xác định lượng vôi thích hợp để nâng pH đất ở mức trung tính



Xử lý mẫu trước khi phân tích hàm lượng dinh dưỡng trong phần bắp của cải bắp

PHỤ LỤC 7

CÁC TRIỆU CHỨNG THIẾU/THỪA DINH DƯỠNG CỦA CẢI BẮP

Triệu chứng thiếu dinh dưỡng

Thiếu đạm: Biểu hiện đầu tiên và rõ ở cả lá non mới ra. Lá nhỏ hơn bình thường, màu ngả vàng. Khi lá già bị vàng rõ hơn, hơi đỏ và rụng sớm. Màu vàng do thiếu đạm xuất hiện đều khắp phiến lá, kể cả gân lá, chóp và mép lá vàng đậm hơn và hơi khô. Cây sinh trưởng chậm, cần cỗi, trên lá thường có vết đốm nâu. Hoa ra ít và ở chậm, quả ít, nhỏ, chất lượng kém.

Thiếu lân: Khi cây trồng thiếu lân, lá cây ngả màu xanh đen hoặc có những vết nâu đỏ, sớm bị khô và rụng.

Thiếu kali: Triệu chứng đầu tiên thường thấy ở các lá già do kali được chuyển đến cung cấp cho lá non. Lá chuyển màu xanh đậm, có các đốm hoặc vệt dài màu vàng, chóp và mép lá bị khô, sau đó toàn lá vàng và rụng sớm. Các triệu chứng trên lan dần sang lá non, cây sinh trưởng kém, thấp bé. Rễ cây thiếu kali phát triển yếu và thường bị thối.

Thiếu canxi: Các lá non của cây mới trồng bị ảnh hưởng trước hết. Chúng bị vặn méo, nhỏ và có màu xanh lục sẫm không bình thường. Lá có thể có hình đài hoa và quăn, các chồi tận cùng bị suy thoái cùng một vài chỗ gãy của cuống lá.

Thiếu magiê: Úa vàng giữa các gân lá, chủ yếu của lá già gây ấn tượng có sọc vệt hoặc chắp vá, khi bị thiếu trầm trọng mô bị ảnh hưởng có thể bị khô và chết. Lá thường nhỏ, giòn ở các thời kỳ cuối và cong lên ở mép. Ở một số cây rau, các đốm úa vàng giữa các gân lá với các màu da cam, đỏ và tía. Nhánh yếu và dễ bị nấm tấn công, thường bị rụng lá sớm.

Thiếu lưu huỳnh: Các lá non hơn trở thành đồng đều xanh vàng nhẹ hoặc vàng úa. Sinh trưởng của chồi bị hạn chế, ra hoa thường không rõ. Thân cứng đơ, gỗ hóa và đường kính nhỏ.

Thiếu molybden: Đốm úa vàng giữa các gân của những lá dưới, tiếp đó là hoại tử (chết thối) mép lá và lá bị gập nếp lại.

Thiếu bo: Các lá non nhất có màu xanh nhạt, lốm đốm với mép không đồng đều, cong, xoắn và có hình dạng bất đối xứng và nhỏ hơn bình thường. Các lá mới

có thể xuất hiện với những đốm hoặc đầu ngọn hoại tử và chúng không trải lá bình thường.

Thiếu kẽm: Lá non không trải lá bình thường và hẹp, nhỏ, giòn. Lá có thể có tạo hình như dây đeo hoặc đầu giáo và dễ bị tấp. Các gân có thể nhìn thấy được trên nền xanh lục-vàng. Các lông không thể kéo dài đúng cách và mọc quá nhiều chồi, khiến cây có thể trông rất gọn. Những lá già vẫn không bị ảnh hưởng.

Thiếu đồng: Lá non bị khô, lá bị úa vàng và bị quăn và cuộn lại. Chồi non yếu và có thể teo dần.

Thiếu mangan: Úa vàng giữa các gân của lá non, đặc trưng bởi sự xuất hiện các đốm úa vàng và hoại tử ở vùng giữa các gân lá. Xuất hiện những vùng hơi xám gần gốc các lá non hơn và trở thành vàng nhạt đến vàng da cam.

Triệu chứng thừa dinh dưỡng:

Thừa đạm: Cây có màu xanh thẫm, lá phát triển nhiều, cây mềm yếu dễ đổ ngã, dễ nhiễm sâu bệnh, chậm ra hoa, hạt lép, quả nhiều nước và mềm ủng, dễ thối.

Thừa lân: Đầu lá bị đen, lá non chuyển màu, lá già xuất hiện các vết nứt gãy, cây có thể bị chết khô.

Thừa kali: Thân, lá không mỡ màng, lá nhỏ.

Thừa canxi: Dễ gây triệu chứng thiếu kali, mangan, kẽm và sắt.

Thừa magie: Lá lớn có màu sáng.

Thừa lưu huỳnh: Cây sinh trưởng kém, lá nhỏ có thể biến vàng và cháy.

Thừa bo: Giai đoạn đầu của ngộ độc B thường xuất hiện vệt vàng lá hoặc những vết lốm đốm. Trong trường hợp nặng, các đốm kẹo cao su xuất hiện trên bề mặt lá thấp hơn với lá thả xẩy ra sớm. Triệu chứng nặng có thể bao gồm các cành bị bệnh chết mầm.

Thừa đồng: Cây cằn cõi, lá xanh đậm, hơi dày và cong, đẽ nhánh kém, rễ ít phát triển. Thường xảy ra do sử dụng nhiều thuốc trừ nấm gốc đồng.

Thừa sắt: Cũng thường thấy trên đất chua phèn, thừa sắt làm lá già chuyển màu đồng, cây khó hấp thu dẫn đến thiếu lân, kali và kẽm.

Thừa mangan: Sinh trưởng chậm và thân nhỏ, rễ cây màu nâu, lá bị mất màu và chết khô từ rìa lá vào.

Thừa kẽm: Triệu chứng ngộ độc kẽm trên cây trồng không rõ ràng. Cây bị ngộ độc kẽm sẽ xuất hiện các đốm sắc tố sẫm hoặc vết trên lá già, nghiêm trọng hơn sẽ có màu đỏ đậm, đặc biệt là trên cuống lá và xung quanh mép lá. Có thể hủy hoại rễ, gây vàng và héo cây.



Thiếu đạm



Thiếu lân



Thiếu kali



Thiếu magiê



Thiếu canxi



Thiếu lưu huỳnh



Thiếu mangan



Thiếu bo



Thiếu bo



Thiếu đồng



Cây thiếu kẽm so với cây khỏe mạnh



Thiếu sắt



Thiếu kẽm



Thiếu mô-lip-đen



Cây thiếu mỗlipđen so với cây khỏe mạnh