

ຜົນຈາກການນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນຕໍ່ກັບ ການໃຫ້ຜົນຜະລິດຂອງຜັກກະຫຼ້າປີ

ພອນສຸກ ຂະຫຍອງເອກ¹, ຜູດທະສອນ ສີສຸວັນ², ນາຄະລິນ ພູນສະຫວັດ³, ອໍລະລິນ ອະໄພລາດ⁴
ແລະ ດາວໃຈ ໄຊຍະວົງ⁵

ມາກວິຊາ ປູກຝັງ, ຄະນະກະສິກຳສາດ ແລະ ປ່າໄມ້, ມະຫາວິທະຍາໄລ ຈຳປາສັກ

ບົດຄັດຫຍໍ້

ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນປຸ້ມຂີ້ກະເດືອນລ້ວນແລ້ວແຕ່ມີຜົນຕໍ່ກັບການ
ຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນຜະລິດຂອງຜັກຜັກ ເຊິ່ງຈະເຫັນໄດ້ຈາກຜົນການຄົ້ນ

ຄວ້າທົດລອງທີ່ໄດ້ດຳເນີນການທົດລອງຕາມແຜນການທົດລອງແບບ Randomized Completely Block Design (RCBD) ທີ່ປະກອບມີອັດຕາສ່ວນປະສົມລະຫວ່າງຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ (biochar) ແລະ ຝຸ່ນປຸ້ມຂີ້ກະເດືອນ (vermicompost) ດ້ວຍອັດຕາສ່ວນປະສົມທີ່ແຕກຕ່າງກັນ 5 ລະດັບ (100:00; 75:25; 50:50; 25:75 ແລະ 00:100) ເຫັນວ່າ: ຝຸ່ນປະສົມດັ່ງກ່າວຈະມີຜົນຕໍ່ກັບການປ່ຽນແປງຄວາມເປັນກົດເປັນດ່າງ (pH) ຂອງດິນ, ອິນຊີວັດຖຸ (OM), ປະລິມານທາດ Nitrogen (N): %N-total, NH_4^+ ແລະ NO_3^- ເຫັນວ່າການນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ (B) ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ (V) ດ້ວຍລະດັບອັດຕາສ່ວນປະສົມ B:V= 75:25 (T2) ແມ່ນມີຜົນເຮັດໃຫ້ມີການເພີ່ມປະລິມານທາດ N ສູງກວ່າລະດັບອັດຕາສ່ວນປະສົມອື່ນໆ ແລະ ສຳລັບການນຳໃຊ້ຝຸ່ນດ້ວຍສ່ວນປະສົມ B:V= 00:100 (T5) ມີປະລິມານ NH_4^+ ສູງ ແລະ ປະລິມານຂອງ NO_3^- ສູງແມ່ນໃນກໍລະນີທີ່ນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງດ້ວຍລະດັບອັດຕາສ່ວນປະສົມ B:V= 75:25 (T4) ແລະ 100:00 (T1). ແຕ່ສຳລັບການນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມດ້ວຍລະດັບອັດຕາ B:V= 00:100 (T1) ມີປະລິມານທາດ P-total ແລະ P-avalable ສູງກວ່າການໃສ່ຝຸ່ນດ້ວຍລະດັບອັດຕາສ່ວນປະສົມອື່ນໆ ແລະ ປະລິມານທາດ K-avalable ມີປະລິມານເພີ່ມຂຶ້ນ ເຊິ່ງໃນນັ້ນ ຝຸ່ນປະສົມດ້ວຍລະດັບອັດຕາສ່ວນ B:V= 100:00 (T1) ແມ່ນມີປະລິມານທາດ K-avalable ສູງກວ່າການໃສ່ຝຸ່ນດ້ວຍລະດັບອັດຕາສ່ວນປະສົມອື່ນໆ. ແຕ່ສຳລັບ Mg^{+2} ແມ່ນໃນກໍລະນີທີ່ນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມໃນອັດຕາສ່ວນ B:V= 00:100 (T5) ແລະ K^+ ແມ່ນໄດ້ແກ່ຊະນິດຝຸ່ນໃນອັດຕາສ່ວນປະສົມ B:V= 100:00 (T1) ເມື່ອທຽບກັບປະລິມານທາດດັ່ງກ່າວຂອງດິນກ່ອນປູກ ແລະ Na^+ ເມື່ອທຽບກັບດິນກ່ອນປູກເຫັນວ່າມີຄວາມຫຼຸດຫຼືນັ້ນກັນພຽງເລັກໜ້ອຍ ແລະ ໃນກໍລະນີທີ່ນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ B:V= 50:50 (T3) ແລະ ຄວາມຊຸ່ມ (Moisture) ຂອງດິນຫຼັງປູກເພີ່ມຂຶ້ນ ເມື່ອສົມທຽບກັບຄວາມຊຸ່ມຂອງດິນກ່ອນປູກ. ແຕ່ສຳລັບ ປະສິດທິພາບຂອງຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ ຕໍ່ກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນຜະລິດ ເຫັນວ່າ: ອັດຕາສ່ວນປະສົມລະຫວ່າງ B:V=100:00 (T1) ມີການຈະເລີນເຕີບໂຕດີ ແລະ ໃຫ້ຜົນຜະລິດສູງກວ່າອັດຕາສ່ວນປະສົມອື່ນໆ ເຊິ່ງສະແດງໃຫ້ເຫັນຄື: ມີເສັ້ນຜ່າສູນກາງ, ລວງຮອບຂອງຫົວ, ນ້ຳໜັກຫົວ, ນ້ຳໜັກຜົນຜະລິດເນື້ອທີ່ດິນກວ່າອັດຕາສ່ວນປະສົມອື່ນໆ ສຳລັບລະດູການຜະລິດທຳອິດ.

ຄຳສັບສຳຄັນ: ຖ່ານຊີວະພາບ (biochar), ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ (Vermicompost), ຜັກກະຫຼ້າປີ

¹ ມາກວິຊາປູກຝັງ, ຄະນະກະສິກຳສາດ ແລະ ປ່າໄມ້, ມະຫາວິທະຍາໄລ ຈຳປາສັກ. E-mail: khayongek@gmail.com

² ຄະນະກະສິກຳສາດ, ມະຫາວິທະຍາໄລແຫ່ງຊາດ

³ ມາກວິຊາປູກຝັງ, ຄະນະກະສິກຳສາດ ແລະ ປ່າໄມ້, ມະຫາວິທະຍາໄລ ຈຳປາສັກ, E-mail: nakhalin.psv@gmail.com

⁴ ມາກວິຊາປູກຝັງ, ຄະນະກະສິກຳສາດ ແລະ ປ່າໄມ້, ມະຫາວິທະຍາໄລ ຈຳປາສັກ. E-mail: orlalinAPL1@gmail.com

⁵ ມາກວິຊາປູກຝັງ, ຄະນະກະສິກຳສາດ ແລະ ປ່າໄມ້, ມະຫາວິທະຍາໄລ ຈຳປາສັກ E-mail: daojaixaiyavong@gmail.com

The Effect of Coffee-husk Biochar and Vermicompost Mixing on Crop Productivity Cabbage

Phonesouk KHAYONGEK¹, Phoudthasone SYSOUVANH², Nakhaline PHOUNSAVATH³, Orlalin APHAYLATH⁴ and Daochay XAYYAVONG⁵

Agronomy Division, Faculty Of Agriculture and Forestry, Champasack University

Abstract

The mixed organic fertilizer between coffee husk biochar and vermicompost has an influence on the growth and yield of vegetables (cabbage and tomato) as shown by the different elements of the experiment conducted according to the Randomized Completely Block Design (RCBD) by 5 levels of mixture ratio (100:00; 75:25; 50:50; 25:75 and 00:100) which presented the result of the effect of coffee husk biochar and vermicompost mixture on the soil properties such as pH, organic matter (OM), nitrogen content (N): %N-total, NH_4^+ and NO_3^- . And then, It was found that the utilization of the organic fertilizers mixture between coffee husk biochar (B) and vermicompost (V) with a ratio the mixture B: V= 75:25 (T2) was effective in increasing the amount of N higher than others mixture ratio. Moreover, the mixture ratio of B: V= 00:100 (T5) increased highly amount of NH_4^+ and amount of NO_3^- . On the other hand, the mixture organic fertilizer of B: V= 75:25 (T4) and 100:00 (T1). But, the amounts of P-total and P-avalable were higher than others ratio by the application ratio of of B: V= 00:100 (T1) and the amount of K-avalable increases by ratio of B: V= 100:00 (T1) that had a higher amount of K than others organic fertilizer. Mg^{+2} had increased by using organic fertilizer mixture ratio of B:V= 00:100 (T5), and K^+ by ratio of B: V= 100:00 (T1) compared to the amount components of the substances properties in the soil before planting and Na^+ compared to the soil before planting, it was quite semilar amont contents slightly. Significantly, the mixture organic fertilizer between coffee husk biochar and vermicompost of B: V= 100:00 (T1) that could able influence cabbage grow and increased cabbage yield with hight quality more than the other mixtures, which showed that the diameter, the tuber circumference, the tuber weight, the yield per area were highly productivities in this season.

Keywords: Coffee husk biochar, Vermicompost, Cabbage and Tomato

¹ Agronomy Division, Faculty Of Agriculture and Forestry, Champasack University.
Email: Khayongek@gamilc.com

² Faculty of Agriculture, National University of Laos.

³ Agronomy Division, Faculty of Agriculture and Forestry, Champasack University. E-mail:
nakhalin.psv@gmail.com

⁴ Agronomy Division, Faculty of Agriculture and Forestry, Champasack University. E-mail:
orlalinAPL1@gamil.com

⁵ Agronomy Division, Faculty of Agriculture and Forestry, Champasack University.
E-mail: daojaixaiyavong@gmail.com

1. ພາກສະໜີ

ຜັກກະຫຼ່າປີ (cabbage) ມີຊື່ວິທະຍາສາດ ວ່າ *Brassica Oleracea* Var. *Capitata* ເປັນພືດ ຜັກທີ່ມີຄວາມສຳຄັນທາງດ້ານເສດຖະກິດ ໂດຍ ສະເພາະແມ່ນອຸດສາຫະການຜະລິດອາຫານ ແລະ ທັງເປັນສິນຄ້າກະສິກຳທີ່ປະເທດເຮົາມີທ່າແຮງໃນ ການຜະລິດເພື່ອສົ່ງອອກຕາມຂໍ້ຕົກລົງການຄ້າເສລີ ອາຊຽນ (AFTA). ໃນປີ 2016 ທົ່ວປະເທດມີ ເນື້ອທີ່ໃນການປູກພືດຜັກ 180,820 ha , ໄດ້ຜົນ ຜະລິດ 1,690,900 ໂຕນ ເຊິ່ງກະຫຼ່າປີນີ້ເປັນພືດອັນ ດັບສາມຮອງຈາກເຂົ້າ ແລະ ສາລີລ້ຽງສັດ ແລະໃນ ນັ້ນເນື້ອທີ່ປູກຫຼາຍກວ່າໝູ່ແມ່ນແຂວງຈຳປາສັກ ມີ ເນື້ອທີ່ປູກ 37,210 ha ເທົ່າກັບ 21% ຂອງເນື້ອທີ່ ປູກຜັກທົ່ວປະເທດ ຜົນຜະລິດ 410,360 ໂຕນ (ກົມ ປູກຝັງ, 2016). ເຊິ່ງເມືອງປາກຊ່ອງ ມີເນື້ອທີ່ປູກຜັກ ກະລໍ່າ 6,890 ha ເທົ່າກັບ 18.51%, ໄດ້ຜົນຜະລິດ 182,723 ໂຕນ ເທົ່າກັບ 44.52%, ສະມັດຕະພາບ ສະເລ່ຍ 26.5 T/ha, ສົ່ງອອກທັງໝົດ 31,296 ໂຕນ ມີມູນຄ່າ 13,229,025 ໂດລາ (ພະແນກກະສິກຳ ແລະປ່າໄມ້ ແຂວງຈຳປາສັກ, 2016).

ການປູກຜັກກະຫຼ່າປີຂອງຊາວສວນໃນ ປັດຈຸບັນ ນິຍົມນຳເທັກໂນໂລຊີທາງການກະສິກຳມາ ໃຊ້ຢ່າງຫຼວງຫຼາຍເຊັ່ນ: ທັງຝຸນເຄມີ, ສານຂ້າສັດຕູ ພືດ ແລະ ສັດ ເພື່ອໃຫ້ເກີດຜົນຕອບແທນທາງ ເສດຖະກິດສູງສຸດ ເຊິ່ງເປັນບັນຫາທີ່ຕາມມາ ແລະ ກໍ່ໃຫ້ເກີດມີສານພິດຕົກຄ້າງ ມີຜົນກະທົບທາງ ສິ່ງແວດລ້ອມໂດຍທາງກົງ ແລະ ທາງອ້ອມ ຕະຫຼອດ ຈົນເປັນພິດຮ້າຍແຮງຕໍ່ສຸຂະພາບຂອງຜູ້ທີ່ປະກອບ ອາຊີບທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບສານເຫຼົ່ານີ້ໂດຍກົງ ນັບມື້ນັບ ຂະຫຍາຍອອກເປັນວົງກວ້າງ (ທັນວະຣັດ, 2008). ຍ້ອນຮັບຮູ້ໄດ້ເຖິງຜົນກະທົບຂອງການໃຊ້ສານເຄມີ ເຂົ້າໃນການຜະລິດກະສິກຳຄືແນວນັ້ນ ຊາວ ກະສິກອນໄດ້ລິເລີ່ມປັບປ່ຽນຮູບແບບລະບົບການ ຜະລິດຈາກການຜະລິດກະສິກຳໂດຍອາໃສການນຳ ໃຊ້ສານເຄມີ ແລະ ຝຸນເຄມີ ມາເປັນລະບົບການ ຜະລິດທີ່ເພິ່ງພາກັນໄກນິເວດທຳມະຊາດ ຫຼື ທີ່ຫຼາຍໆ ຄົນເອີ້ນວ່າ “ກະສິກຳອິນຊີ” ປະກອບກັບການຕົ້ນ ຕົວຂອງຜູ້ບໍລິໂພກກ່ຽວກັບຄວາມປອດໄພຂອງ

ອາຫານ ແລະ ຄວາມສຳຄັນຂອງການອະນຸລັກຮັກສາ ສະພາບແວດລ້ອມ ເຮັດໃຫ້ຜູ້ບໍລິໂພກເອງເລີ່ມຫັນ ມາໃຫ້ການສະໜັບສະໜູນຜະລິດຕະພັນທີ່ໄດ້ຈາກ ຂະບວນການຜະລິດທີ່ຫຼີກລ້ຽງການໃຊ້ສານເຄມີ ແລະ ເປັນມິດຕໍ່ສິ່ງແວດລ້ອມ ຂະບວນການກະສິກຳ ອິນຊີຈຶ່ງໄດ້ເລີ່ມກໍ່ຕົວຂຶ້ນໃນປະເທດຕ່າງໆທົ່ວໂລກ. ກະສິກຳອິນຊີທີ່ດີຍັງໃຫ້ຄວາມສຳຄັນກັບການສ້າງ ສົມດຸນຂອງວົງຈອນຂອງທາດອາຫານ, ການປະຫ ຍັດພະລັງງານ, ການອະນຸລັກ, ລະບົບນິເວດກະສິກຳ ແລະ ການຝັນຟູຄວາມຫຼາກຫຼາຍທາງຊີວະພາບ. ການບໍລິຫານຈັດການຟາມກະສິກຳອິນຊີໃນທາງ ບວກ (Positive farm management) ທີ່ເຮັດໃຫ້ ກະສິກຳອິນຊີແຕກຕ່າງຢ່າງສຳຄັນຈາກການກະສິກຳ ທີ່ບໍ່ໃຊ້ສານເຄມີແບບປ່ອຍປະລະເລີຍ ຫຼື ກະສິກຳ ປອດສານເຄມີ ແລະ ກະສິກຳປອດສານເຄມີທີ່ເພື່ອງ ຜູ້ໃນບ້ານເຮົາມານານຫຼາຍປີ (ຜູດທະສອນ ແລະ ຄະນະ, 2018). ກະສິກຳອິນຊີເປັນການເຮັດກະສິກຳ ດ້ວຍຫຼັກທຳມະຊາດ ບົນຜືນທີ່ການກະສິກຳທີ່ບໍ່ມີ ສານພິດຕົກຄ້າງ ແລະ ຫຼີກລ້ຽງຈາກການປົນເປື້ອນ ຂອງສານເຄມີທາງດິນ ທາງນ້ຳ ແລະ ທາງອາກາດ ເພື່ອສົ່ງເສີມຄວາມອຸດົມສົມບູນຂອງດິນ ຄວາມຫຼາກ ຫຼາຍທາງຊີວະພາບໃນລະບົບນິເວດ ແລະ ຝັນຟູ ສິ່ງແວດລ້ອມໃຫ້ກັບຄືນສູ່ຄວາມສົມດຸນທຳມະຊາດ ໂດຍບໍ່ໃຊ້ສານເຄມີສັງເຄາະ, ການປູກພືດອິນຊີຍັງບໍ່ ມີການຕົກຄ້າງຂອງສານເຄມີໃດໆ ເນັ້ນການອະນຸລັກ ຊັບພະຍາກອນທຳມະຊາດ ແລະ ສິ່ງແວດ ລ້ອມ. ແລ້ວຍັງມີການໃຊ້ວັດສະດຸຈາກທຳມະຊາດ ແລະ ໝູ ໃຊ້ຊັບພະຍາກອນທີ່ມີຢູ່ໃນການກະສິກຳໃຫ້ເກີດ ປະໂຫຍດສູງ (ອະພິຊະຍາ, 2009).

ຖ່ານຊີວະພາບ (Biochar) ຈະຊ່ວຍຫຼຸດ ການເກີດພາວະເຮືອນແກ້ວ ເຊິ່ງເປັນການບັນເທົາ ການປ່ຽນແປງພູມອາກາດ ເນື່ອງຈາກຖ່ານຊີວະພາບ ສາມາດຫຼຸດຜ່ອນ Carbodioxide (CO₂) ໃນຊັ້ນ ບັນຍາກາດໄດ້ໃນໄລຍະຍາວ, ກັກເກັບຄາຣ໌ບອນ (C) ໃນດິນ, ຊ່ວຍປັບປຸງດິນ ແລະ ຜົນຜະລິດທາງ ການກະສິກຳ ເນື່ອງຈາກເມື່ອໃສ່ຖ່ານຊີວະພາບລົງ ດິນຈາກລັກສະນະຄວາມເປັນຮູຂອງຖ່ານຊີວະພາບ ຈະຊ່ວຍກັກເກັບນ້ຳ ແລະ ທາດອາຫານໃນດິນ, ເຮັດ

ໃຫ້ເກີດກິດຈະກຳຕ່າງໆຂຶ້ນສິ່ງຜົນໃຫ້ດິນມີຄວາມອຸດົມສົມບູນ ແລະ ຜົນຜະລິດທາງການກະສິກຳເພີ່ມຂຶ້ນ, ຊ່ວຍຫຼຸດການສູນເສຍຝຸນຈາກການຊະລ້າງ, ເນື່ອງຈາກການໃສ່ຖານຊີວະພາບຈະເພີ່ມຄວາມສາມາດໃນການກັກເກັບທາດອາຫານໃນດິນ ເຮັດໃຫ້ຫຼຸດປະລິມານການໃສ່ຝຸນເຄມີ ເຊິ່ງຊ່ວຍຫຼຸດຜ່ອນຄ່າໃຊ້ຈ່າຍທາງການກະສິກຳ ແລະ ສິ່ງຜົນໃຫ້ຜົນຜະລິດທາງການກະສິກຳເພີ່ມຂຶ້ນ (Lehmann and Joseph, 2009).

ຝຸນຂີ້ກະ ເດືອນນ (Vermicompost) ມີປະໂຫຍດຊ່ວຍສົ່ງເສີມໃຫ້ເກີດເມັດດິນ ແລະ ເພີ່ມປະລິມານອິນຊີວັດໃຫ້ແກ່ດິນ ຫຼື ເພີ່ມຊ່ອງວ່າງໃນດິນໃຫ້ການລະບາຍນ້ຳ ແລະ ອາກາດໄດ້ດີຢູ່ຂຶ້ນ, ຫຼຸດຜ່ອນການຈັບຕົວເປັນແຜ່ນແຂງຂອງໜ້າດິນ ແລະ ເພີ່ມຂີດຄວາມສາມາດໃນການດູດຊັບນ້ຳໃນດິນເຮັດໃຫ້ດິນຊຸ່ມຂຶ້ນ, ເພີ່ມທາດອາຫານພືດໃຫ້ແກ່ດິນໂດຍກົງ ແລະ ເປັນແຫຼ່ງອາຫານຂອງຈຸລິນຊີໃນດິນ, ຊ່ວຍຫຼຸດຄວາມເປັນພິດຂອງທາດອາຫານພືດບາງຊະນິດທີ່ມີປະລິມານຫຼາຍເກີນໄປເຊັ່ນ: ອາລູມິນຽມ ແລະ ແມັງກາເນສ, ຊ່ວຍເພີ່ມຄວາມຕ້ານທານໃນການປ່ຽນແປງລະດັບຄວາມເປັນກົດ-ດ່າງ (Buffer capacity) ເຮັດໃຫ້ການປ່ຽນແປງເກີດຂຶ້ນບໍ່ໄວເກີນໄປຈົນເປັນອັນຕະລາຍຕໍ່ກັບພືດ ແລະ ຊ່ວຍຄວບຄຸມປະລິມານຂີ້ກະເດືອນຝອຍໃນດິນ ເນື່ອງຈາກການໃສ່ຝຸນຂີ້ກະເດືອນຈະເຮັດໃຫ້ມີປະລິມານຈຸລິນຊີທີ່ສາມາດຂັບສານພວກ Alkaloid ແລະ ກົດໄຂມັນ (Fatty Acid) ທີ່ເປັນພິດຕໍ່ຂີ້ກະເດືອນຝອຍໄດ້ເພີ່ມຂຶ້ນ.

ການນຳໃຊ້ຖານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸນປົ່ມຂີ້ກະເດືອນສຳລັບການປູກຜັກກະຫຼ້າປີ ໂດຍມີຈຸດປະສົງ ແລະ ເປົ້າໝາຍ ເພື່ອກຳນົດອັດສ່ວນປະສົມຂອງຝຸນປະສົມລະຫວ່າງຖານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸນຂີ້ກະ ເດືອນ ທີ່ເໝາະສົມຕໍ່ກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ການໃຫ້ຜົນຜະລິດຂອງຜັກກະຫຼ້າປີ, ເພື່ອເປັນການຊຸກຍູ້, ປັບປຸງ ແລະ ສົ່ງເສີມຊາວກະສິກອນ ຫັນຈາກການຜະລິດທີ່ນຳໃຊ້ສານເຄມີເຂົ້າໃນຂະບວນການຜະລິດກະສິກຳ ມາເປັນການຜະລິດອິນຊີ ແລະ ຮູ້ຈັກນຳໃຊ້ສິ່ງເສດເຫຼືອ

ຈາກການກະສິກຳ ຫຼື ສິ່ງເສດເຫຼືອຕ່າງໆທີ່ຫາໄດ້ງ່າຍໃນທ້ອງຖິ່ນໃຫ້ເກີດປະໂຫຍດສູງສຸດ ພ້ອມທັງສະໜອງເຕັກນິກນີ້ໃຫ້ແກ່ຊາວກະສິກອນ ແລະ ນັກສຶກສາທີ່ຈະຜະລິດກະສິກຳອິນຊີໃຫ້ແກ່ຜູ້ບໍລິໂພກໃນປະຈຸບັນ ແລະ ອະນາຄົດ.

2. ຈຸດປະສົງ

2.1 . ເພື່ອກຳນົດອັດສ່ວນປະສົມຂອງຝຸນປະສົມລະຫວ່າງຖານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸນຂີ້ກະ ເດືອນ ທີ່ເໝາະສົມຕໍ່ກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ການໃຫ້ຜົນຜະລິດຂອງຜັກກະຫຼ້າປີ.

3. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການ
ສະຖານທີ່ ແລະ ໄລຍະປະຕິບັດງານ

ດຳເນີນການຄົ້ນຄວ້າທົດລອງຢູ່ທີ່ ສູນສຶກສາການພັດທະນາກະສິກຳເຂດພູພຽງບໍລະເວນເມືອງປາກຊ່ອງ, ມະຫາວິທະຍາໄລ ຈຳປາສັກ ເຊິ່ງຕັ້ງຢູ່ຫ່າງຈາກຕົວເມືອງປາກຊ່ອງ 7 km, ສິ້ນທາງເລກທີ 16 (ປາກຊ່ອງ-ທ່າແຕງ) ທີ່ບ້ານ ໜອງຫິນ, ເມືອງປາກຊ່ອງ, ແຂວງ ຈຳປາສັກ.

ການວິໄຈຄຸນລັກສະນະທາງກາຍະພາບຂອງດິນ (soil physical properties)

ກ່ອນປູກ ໄດ້ຕົວຢ່າງດິນມາວິໄຈທາງດ້ານຄຸນລັກສະນະທາງເຄມີ, ພື້ນຊຶມ ແລະ ຊີວະພາບຂອງດິນ ໂດຍແຕ່ລະຈຸດແມ່ນຈະຊຸດເອົາດິນເລິກລົງໄປແມ່ນ 30 cm ແລະ ນຳເອົາຕົວຢ່າງດິນທີ່ນຳມາຕາກ ຫຼື ອົບໃຫ້ແຫ້ງຢູ່ທີ່ 105 °C ເປັນເວລາ 24 (Blake and Hartge, 1986). ການວິເຄາະໂຄງສ້າງຂອງດິນຈະດຳເນີນໂດຍວິທີການ pipette method (Gee ແລະ Bauder, 1986) ແລະ ວິເຄາະເລື່ອງຄຸນລັກສະນະຂອງດິນ soil texture (H) ດ້ວຍການນຳໃຊ້ວິທີການ Hydrometer method ດ້ວຍ ເຄື່ອງ ມີ Hydrometer ແລະ ຊອກຫາປະລິມານຂອງ Moisture Content (MC) ຂອງດິນ ແລະ ຝຸນດ້ວຍວິທີການອົບແຫ້ງ ດ້ວຍເຄື່ອງ Hot air oven. ການວິໄຈຄຸນລັກສະນະທາງເຄມີຂອງດິນ (soil chemical properties) ຄ່າ pH ຂອງດິນໄດ້ຖືກກຳ

ນິດຢູ່ໃນອັດຕາສ່ວນຂອງດິນຕໍ່ນ້ຳ 1:2 ໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງວັດແທກ pH ເຄື່ອງ pH meter (Thomas, 1996). ຄ່າການຊື້ກນ້ຳໄຟຟ້າ (electrical conductivity) ຂອງດິນແມ່ນຈະໄດ້ດຳເນີນການວິໄຈດ້ວຍ EC meter ໂດຍການນຳໃຊ້ອັດຕາສ່ວນລະຫວ່າງດິນ ແລະ ນ້ຳແມ່ນ 1:2 (Thomas, 1996). ສຳລັບການວິໄຈ phosphorus (P) ໂດຍໃຊ້ສານສະກັດ H₃A ໃນເຄື່ອງວິເຄາະ Flow injection Analyzer ແລະ P-total ຂອງດິນໄດ້ຖືກວັດແທກໂດຍໃຊ້ເຄື່ອງວິເຄາະ Spectrophotometer (Haney et al., 2010) ແລະ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ N (Total N) ທັງຫມົດແມ່ນຖືກກຳນົດໂດຍໃຊ້ວິທີການ Kjeldahl method (Nelson and Sommers, 1996). ສຳລັບ ຄວາມເຂັ້ມຂຸ້ນຂອງ NH₄ ແລະ NO₃ ແມ່ນໃຊ້ສານສະກັດຈາກ H₃A (Haney et al., 2010) ແລະ ວັດແທກໃນ N distillatory. ແຕ່ສຳລັບການວິໄຈຫາປະລິມານຂອງ K-Total ແມ່ນນຳໃຊ້ວິທີຂອງ Kjeldahl method ໂດຍການນຳໃຊ້ເຄື່ອງວິເຄາະ Flame Photometer ແລະ K-available ກໍ່ນຳໃຊ້ວິທີ Ammonium acetate 1 N pH 7 ດ້ວຍເຄື່ອງວິເຄາະ Flame Photometer. ສຳລັບການຊອກຫາປະລິມານຂອງອິນຊີວັດຖຸ (% OM) ແມ່ນນຳໃຊ້ວິທີຂອງ Walkley and Black ດ້ວຍການ Titration ແລະ ການຊອກຫາ Exchangeable base (Ca, Mg, K, Na) ດ້ວຍວິທີ 1 N Ammonium acetate pH 7 ດ້ວຍເຄື່ອງວິເຄາະ Flame Photometer ແລະ ວິເຄາະຫາຄ່າ Cation Exchange Capacity (CEC) ດ້ວຍການນຳໃຊ້ວິທີ 1N Ammonium Chloride ດ້ວຍເຄື່ອງວິເຄາະ Burette Titration (ສູນວິໄຈພືດ, ດິນ ແລະ ຝຸ່ນ., 2022).

ຄຸນລັກສະນະທາງເຄມີ ແລະ ພຶ້ນຖານຂອງຝຸ່ນ

ຜົນການວິເຄາະຄຸນລັກສະນະທາງເຄມີ ແລະ ພຶ້ນຖານຂອງຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນປົ່ມຂີ້ກະເດືອນ 5 ລະດັບ (100:00; 75:25; 50:50; 25:75 ແລະ 00:100) ທີ່ແຕກຕ່າງກັນເຫັນວ່າ: ຄ່າ pH ຂອງຝຸ່ນປະສົມ

ລະຫວ່າງຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນປົ່ມຂີ້ກະເດືອນໃນລະດັບ 75:25 ແມ່ນມີຄ່າ pH ເທົ່າກັບ 8.5, ລະດັບ 50:50 ແມ່ນມີຄ່າ pH ເທົ່າກັບ 8.4, ອັດຕາສ່ວນປະສົມໃນລະດັບ 25:75 ແມ່ນມີຄ່າ pH ເທົ່າກັບ 8.2 ແລະ ອັດສ່ວນປະສົມໃນລະດັບ 00:100 ເທົ່າກັບ 7.4. ສ່ວນອັດສ່ວນປະສົມໃນລະດັບ 100:00 ແມ່ນຍັງມີຄວາມເປັນກົດເທົ່າກັບ 6.0. ສ່ວນປະລິມານອິນຊີວັດຖຸ (OM: Organic Matter) ທີ່ສູງກວ່າໝູ່ ແມ່ນ ອັດຕາສ່ວນປະສົມລະຫວ່າງຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນປົ່ມຂີ້ກະເດືອນລະດັບ B:V (50:50) ແມ່ນມີປະລິມານອິນຊີວັດຖຸສູງກວ່າສ່ວນປະສົມອື່ນໆ ເຊິ່ງມີອິນຊີວັດຖຸສູງເຖິງ 14.9% ແລະ ອັດຕາສ່ວນອື່ນໆແມ່ນມີອັດຕາຕໍ່າລົງມາຕາມລຳດັບ. ແຕ່ສຳລັບປະລິມານທາດອາຫານພວກ N, P (P₂O₅) ແລະ K (K₂O) ເຫັນວ່າອັດຕາສ່ວນປະສົມລະຫວ່າງຖ່ານຊີວະພາບ ແລະ ຝຸ່ນປົ່ມຂີ້ກະເດືອນໃນລະດັບ B:V (25:75) ແມ່ນມີປະລິມານທາດອາຫານດັ່ງກ່າວສູງກວ່າສ່ວນປະສົມໃນລະດັບຕ່າງໆ ເຊິ່ງມີປະລິມານທາດ N ສູງເຖິງ 4.81%, P ເທົ່າກັບ 0.65% ແລະ K ເທົ່າກັບ 2.77%. ສ່ວນອັດຕາສ່ວນປະສົມລະ B:V (75:25) ແມ່ນມີປະລິມານທາດ N ໃນລະດັບຮອງລົງມາ 4.33%, P ເທົ່າກັບ 0.64%, ແລະ K ເທົ່າກັບ 2.41%. ແຕ່ສຳລັບອັດຕາສ່ວນປະສົມລະຫວ່າງ B:V (00:100) ແມ່ນມີປະລິມານ N ຕໍ່າກວ່າອັດຕາສ່ວນປະສົມຊະນິດອື່ນໆ ເຊິ່ງມີປະລິມານ N ເທົ່າກັບ 2.18%. ແລະ ສຳລັບ Moisture ເຫັນວ່າ B:V (00:100) ຫຼື ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນຢ່າງດຽວມີເປີເຊັນຄວາມຊຸ່ມສູງກວ່າອັດຕາສ່ວນປະສົມອື່ນໆ ເຊິ່ງມີເປີເຊັນຄວາມຊຸ່ມສູງເຖິງ 27.61% ແລະ ຮອງລົງມາແມ່ນ B:V (25:75) ແມ່ນ 22.12%. ສ່ວນ B:V(100:00) ແມ່ນມີເປີເຊັນຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າທີ່ສຸດ ເຊິ່ງມີຄວາມຊຸ່ມເທົ່າກັບ 7.05% ເຊິ່ງມີລະດັບຄວາມຊຸ່ມຕໍ່າກວ່າກໍລະນີທີ່ປະສົມກັບຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ (ຕາຕະລາງທີ 1).

ຄຸນລັກສະນະທາງເຄມີ ແລະ ພຶ້ນຖານຂອງດິນກ່ອນປູກ

ສະພາບດິນໂດຍລວມຂອງ ສູນສຶກສາການພັດທະນາກະສິກຳເຂດພູພຽງບໍລະເວນເມືອງປາກ

ຊ່ອງ ຂອງ ມະຫາວິທະຍາໄລ ຈຳປາສັກ ແມ່ນ ສະພາບຄວາມເປັນກົດ ເຊິ່ງມີຄ່າ pH ສູງ, ມີອິນຊີ ວັດຖຸຕໍ່າ (OM) ເທົ່າກັບ 7.56%, ມີປະລິມານທາດ ອາຫານ N, P ແລະ K ໃນລະດັບຕໍ່າ ເທົ່າກັບ 0.28, 0.17 ແລະ 0.31% ຕາມລຳດັບ ແລະ ມີໂຄງສ້າງເປັນ ດິນໜຽວ (Silt) ທີ່ມີການແລກປ່ຽນທາດເຊັ່ນ: Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+} ແລະ Na^{++} ທີ່ຂ້ອນຂ້າງຕໍ່າ ແລະ ເປັນດິນທີ່ມີຄວາມຊຸ່ມຊື່ນຕໍ່າຫຼາຍ (ຕາຕະລາງທີ 2).

ການວາງແຜນການທົດລອງ

ວາງແຜນການທົດລອງຕາມຮູບແບບການທົດ ລອງແບບ RCBD ເຊິ່ງວາງແຜນການທົດລອງແບບ Randomized Completely Block Design (RCBD) ເຊິ່ງປະກອບມີ 5 Treatments (100:00, B:V=75:25, 500:50, 25: 75 ແລະ 00:100) ແລະ 3 ຊ້ຳ (replications).

ການເກັບກຳຂໍ້ມູນ ແລະ ການວິເຄາະຂໍ້ມູນທາງດ້ານ ສະຖິຕິ

ພາຍຫຼັງທີ່ປູກໝາກເລັ່ນໄດ້ 7 ວັນ ຫຼື ຫຼັງ ຈາກຕົ້ນອ່ອນມີການປັບຕົວເຂົ້າກັບສະພາບແວດ ລ້ອມຂອງເຮືອນຮົ່ມແລ້ວ ກໍ່ໄດ້ດຳເນີນການເກັບກຳ ຂໍ້ມູນເພື່ອປະເມີນເຖິງປະສິດທິພາບຂອງຜຸນທີ່ນຳໃຊ້ ເຂົ້າໃນການທົດລອງຄັ້ງນີ້ທີ່ມີຜົນຕໍ່ກັບການຈະເລີນ ເຕີບໂຕ ແລະ ການໃຫ້ຜົນຜະລິດຂອງຜັກກະຫຼໍ່າປີ ເຊິ່ງມີລາຍການລະອຽດ ດັ່ງນີ້:

- 1) ການເກັບກຳຂໍ້ມູນ ແລະ ວິໄຈອົງປະກອບ ຫຼື ຄຸນລັກສະນະຂອງດິນ ແລະ ຜຸນປະສົມກ່ອນ ດຳເນີນການທົດລອງ.
- 2) ການເກັບກຳຂໍ້ມູນ ແລະ ວິໄຈອົງປະກອບ ຫຼື ຄຸນລັກສະນະຂອງດິນ ພາຍຫຼັງສິ້ນສຸດການທົດ ລອງ.
- 3) ການເກັບກຳຂໍ້ມູນດ້ານການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນຜະລິດຂອງຜັກຜັກ: ຜັກກະຫຼໍ່າປີ

ຂໍ້ມູນທີ່ໄດ້ຈາກຜົນການທົດລອງ ຫຼື ເກັບກຳ ໄດ້ຈາກດຳເນີນການທົດລອງຄັ້ງນີ້ແມ່ນນຳມາ ບັນທຶກ ຫຼື ຄິດໄລ່ດ້ວຍ Software Excel ຂອງ

Microsoft Office ແລະ ວິເຄາະຂໍ້ ມູນດ້ວຍ ANOVA (Analysis of Variance) ໂດຍການ ສົມທຽບຄວາມແຕກຕ່າງຂອງຄ່າສະເລ່ຍຈາກຜົນ ການທົດລອງດ້ວຍ LSD (Least Significant Difference).

4. ຜົນໄດ້ຮັບ

ຜົນຕໍ່ກັບການປັບປຸງດິນທາງດ້ານຄຸນລັກສະນະທາງ ເຄມີ ແລະ ຜົນຜະລິດຂອງດິນຫຼັງການປູກຜັກກະຫຼໍ່າປີ

ຜົນການທົດລອງການນຳໃຊ້ຜຸນປະສົມ ດ້ວຍອັດຕາສ່ວນປະສົມ 5 ແມ່ນມີຜົນຕໍ່ກັບ ຄວາມ ເປັນກົດເປັນຕ່າງຂອງດິນພຽງເລັກໜ້ອຍ ເຫັນວ່າມີ ຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖິຕິໃນລະດັບຄວາມ ເຊື່ອໝັ້ນ 95% ($P < 0.05$) ເຊິ່ງໃນນັ້ນ ກໍລະນີທີ່ນຳ ໃຊ້ຖ່ານຊີວະພາບແກບກາເຟພຽງຢ່າງດຽວແມ່ນຈະ ເຮັດໃຫ້ດິນມີຄ່າ pH ເທົ່າກັບ 4.3 (ຕ່ຳກວ່າຄ່າ pH ຂອງດິນກ່ອນດຳເນີນການທົດລອງ) ສ່ວນໃນກໍລະນີ ທີ່ນຳໃຊ້ຜຸນຂີ້ກະເດືອນ ຫຼື ນຳໃຊ້ຜຸນຂີ້ກະເດືອນ ປະສົມກັບຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟແມ່ນມີຄ່າ pH ເທົ່າກັບ 4.5 ແລະ 4.4 ຕາມລຳດັບ (ຕາຕະລາງທີ 3). ແຕ່ສຳລັບປະລິມານອິນຊີວັດຖຸຂອງດິນ (OM: Organic Matter) ພາຍຫຼັງໃສ່ຜຸນ ແລະ ເກັບກ່ຽວ ພົບວ່າຜຸນທີ່ດັ່ງກ່າວແມ່ນມີຄ່າອິນຊີວັດຖຸຂອງດິນທີ່ ໄດ້ນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນການທົດລອງປູກຜັກກະຫຼໍ່າປີ ເຫັນວ່າປະລິມານມີອິນຊີວັດຖຸ (OM) ມີການເພີ່ມ ຂຶ້ນສູງເມື່ອປຽບທຽບກັບຄ່າອິນຊີວັດຖຸຂອງດິນ ກ່ອນດຳເນີນການທົດລອງປູກຜັກຜັກທັງສອງຊະນິດ ເຊິ່ງໂດຍສະເລ່ຍມີຄ່າ OM ເທົ່າກັບ 9.13-10.14% ຊຶ່ງມີອັດຕາການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງອິນຊີວັດຖຸເປັນ 1.57-2.58% ແລະ ສຳລັບປະລິມານທາດອາຫານເຫັນວ່າ:

- 1) ມີຜົນເຮັດປະລິມານທາດ N ມີການ ປ່ຽນແປງ ເຊິ່ງໃນນັ້ນເຫັນໄດ້ວ່າ ຜຸນປະສົມລະຫວ່າງ ຖ່ານຊີວະພາບ (biochar) ແລະ ຜຸນຂີ້ກະເດືອນ (vermicompost) ດ້ວຍລະດັບອັດຕາ 75:25 (T2) ແມ່ນມີຜົນເຮັດໃຫ້ມີການເພີ່ມປະລິມານທາດ N ສູງ ກວ່າລະດັບອັດຕາສ່ວນປະສົມອື່ນໆ ເຊິ່ງມີປະລິມານ ທາດ N ສູງເຖິງ 0.33%. ແຕ່ສຳລັບປະລິມານ NH_4^{+} ໃນດິນທີ່ເພີ່ມຂຶ້ນສູງກວ່າໝູ່ແມ່ນໃນກໍລະນີ

ທີ່ນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມ B:V=00:100 (T5) ທີ່ມີປະລິມານ NH_4^+ ສູງເຖິງ 67.67 mg/kg ແລະ ປະລິມານຂອງ NO_3^- ແມ່ນໃນກໍລະນີທີ່ນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງ B:V= 75:25 (T4) ແລະ B:V= 100:00 (T1) ທີ່ສາມາດເພີ່ມປະລິມານທາດ NO_3^- ໃນດິນໄດ້ສູງເຖິງ 27.33 mg/kg ແລະ 25.67 mg/kg ຕາມລຳດັບ (ຕາຕະລາງທີ 3).

2) ມີຜົນເຮັດປະລິມານທາດ Phosphorus (P) ມີການປ່ຽນແປງ ເຊິ່ງໃນນັ້ນເຫັນໄດ້ວ່າໃນກະກໍລະນີທີ່ນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງຖານຊີວະພາບ (biochar) ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ (vermicompost) ດ້ວຍລະດັບອັດຕາ 00:100 (T1) ແມ່ນມີປະລິມານທາດ P-total ແລະ P-avalable ສູງກວ່າການໃສ່ຝຸ່ນດ້ວຍລະດັບອັດສ່ວນປະສົມອື່ນໆຂອງຝຸ່ນປະສົມທີ່ໃຊ້ສຳລັບການທົດລອງ ເຊິ່ງມີປະລິມານສູງເຖິງ 0.24% ແລະ 5.07 mg/kg. ກໍລະນີທີ່ນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງຖານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ (biochar) ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ (vermicompost) ດ້ວຍອັດຕາສ່ວນປະສົມ 100:00 (T1) ແລະ 50:50 (T3) ມີປະລິມານ % P-total ໃນດິນມີການເພີ່ມຂຶ້ນ ເມື່ອທຽບກັບດິນກ່ອນປູກ ເຊິ່ງມີປະລິມານ % P-total ເທົ່າກັບ 0.19 ແລະ 0.18% ຕາມລຳດັບ. ສ່ວນປະລິມານຂອງ P-avalable ໃນດິນຫຼັງປູກທີ່ມີທ່າອ່ຽງເພີ່ມຂຶ້ນເມື່ອປຽບທຽບກັບປະລິມານກັບດິນກ່ອນປູກແມ່ນເພີ່ມຂຶ້ນຫຼາຍເທົ່າ ເຊິ່ງໃນນັ້ນເຫັນວ່າສ່ວນປະສົມລະຫວ່າງຖານຊີວະພາບຂີ້ກາເຟ (biochar) ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ (vermicompost) ແມ່ນໄດ້ແກ່ສ່ວນປະສົມ 25:75 (T4) ມີປະລິມານສູງເຖິງ 27.18 mg/kg.

3) ເປີເຊັນ K-total ຫຼັງການທົດລອງ ແມ່ນມີເປີເຊັນປະລິມານໜ້ອຍລົງນັ້ນກໍ່ເນື່ອງມາຈາກການໃສ່ຝຸ່ນປະສົມດັ່ງກ່າວລະຫວ່າງຖານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນມີຄວາມສາມາດຊ່ວຍສົ່ງເສີມເຮັດໃຫ້ຝືດມີຄວາມສາມາດດູດທາດອາຫານ potassium ໄດ້ດີຂຶ້ນ ເຊິ່ງໃນນັ້ນເຫັນວ່າ ໃນກໍລະນີນຳໃຊ້ອັດສ່ວນປະສົມລະຫວ່າງ B:V= 00:100 (T5) ແມ່ນມີຄ່າ K-total ໜ້ອຍທີ່ສຸດເຊິ່ງມີປະລິມານ potassium ລວມເທົ່າກັບ 0.033% ແລະ ປະລິມານທາດ K-avalable ມີປະລິມານທີ່ສູງ

ຂຶ້ນ ເຊິ່ງໃນນັ້ນ ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງຖານຊີວະພາບ (biochar) ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ (vermicompost) ດ້ວຍລະດັບອັດຕາ 100:00 (T1) ແມ່ນມີປະລິມານທາດ K-avalable ສູງກວ່າການໃສ່ຝຸ່ນດ້ວຍລະດັບອັດສ່ວນປະສົມອື່ນໆຂອງຝຸ່ນປະສົມທີ່ໃຊ້ສຳລັບການທົດລອງ ເຊິ່ງມີປະລິມານສູງເຖິງ 153.33 mg/kg.

4) ມີຜົນຕໍ່ກັບ ການແລກປ່ຽນ cation ມີທ່າອ່ຽງໄດ້ດີຂຶ້ນ ເຊິ່ງໃນນັ້ນເຫັນວ່າ: ໃນກໍລິນີການນຳໃຊ້ຝຸ່ນໃນການທົດລອງຕໍ່ກັບການປູກຜັກກະຫຼ່າປີເຫັນວ່າມີຜົນເຮັດປະລະມານຂອງ Ca^{+2} , Mg^{+2} , ແລະ K^+ ມີປະລິມານເພີ່ມຂຶ້ນສູງກວ່າດິນກ່ອນປູກ ແລະ ມີຜົນເຮັດໃຫ້ມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິເຖິງ 99% ($P<0.01$) ເຊິ່ງໃນນັ້ນເຫັນວ່າ ໃນກໍລະນີທີ່ນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງ coffee-husk biochar ແລະ vermicompost ດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ 75:25 (T2) ແມ່ນຈະສາມາດເພີ່ມປະລິມານຂອງ Ca^{+2} ໄດ້ສູງເຖິງ 1.78 mg/100g. ສຳລັບ Mg^{+2} ແມ່ນໃນກໍລະນີທີ່ນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມໃນອັດຕາສ່ວນ 00:100 (T5) ທີ່ມີປະລິມານສູງເຖິງ 1.03 mg/100g ແລະ K^+ ແມ່ນໄດ້ແກ່ຊະນິດຝຸ່ນໃນອັດຕາສ່ວນປະສົມ 100:00 (T1) ທີ່ມີປະລິມານສູງເຖິງ 0.39 mg/100g ເມື່ອທຽບກັບປະລິມານທາດດັ່ງກ່າວຂອງດິນກ່ອນປູກ. ປະລິມານບັນຈຸ Na^+ ເມື່ອທຽບກັບດິນກ່ອນປູກເຫັນວ່າມີຄວາມຫຼຸດຫຼືນກັນພຽງເລັກໜ້ອຍ ແລະ ໃນກໍລະນີທີ່ນຳໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ 50:50 (T3) ແມ່ນມີປະລິມານໃກ້ຄຽງກັນກັບດິນກ່ອນປູກເຊິ່ງມີປະລິມານຂອງ Na^+ ເທົ່າກັບ 1.04 mg/100g ເມື່ອທຽບກັບດິນກ່ອນປູກແມ່ນເທົ່າກັບ 1.05 mg/100g (ຕາຕະລາງທີ 3).

ນອກຈາກຈະມີຜົນຕໍ່ກັບຄຸນລັກສະນະທາງເຄມີແລ້ວ ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງຖານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ (coffee-husk biochar) ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ (Vermicompost) ແມ່ນມີຜົນຕໍ່ກັບໂຄງສ້າງທາງກາຍະພາບຂອງດິນ ເຊິ່ງສະແດງໃຫ້ເຫັນຄື: ດິນມີເປີເຊັນ (%) ຂອງດິນເນື້ອຫາຍເພີ່ມຂຶ້ນເມື່ອທຽບກັບດິນກ່ອນປູກ ແລະ ໃນນັ້ນເຫັນວ່າການ

ນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມ B:V= 100:00 (T1) ແລະ B:V= 75:25 (T2) ແມ່ນມີໂຄງສ້າງເປັນເນື້ອດິນແບບ ຫຍາບສູງເຖິງ 14.32 %. ແຕ່ສໍາລັບອັດຕາສ່ວນ ປະສົມລະຫວ່າງ B:V= 50:50 (T3) ແລະ B:V= 25:75 (T4) ແມ່ນມີຜົນເຮັດໃຫ້ເປີເຊັນຂອງດິນ ຫຍາບຫຼຸດລົງ ເຊິ່ງມີເປີເຊັນ coarse ເທົ່າກັບ 3.23. ແຕ່ສໍາລັບ ດິນເນື້ອລະອຽດ (Fine texture soil) ແມ່ນເປັນດິນທີ່ມີຜື່ນທີ່ຜິວຈໍາເພາະສູງ ເຊິ່ງມີການ ດູດຊັບນໍ້າ ແລະ ທາດອາຫານໄດ້ຫຼາຍ ເຊິ່ງມີການຊະ ລ້າງລະລາຍ (leaching) ໄດ້ຍາກ. ດິນເນື້ອລະອຽດ (Fine text soil) ແມ່ນມີຊ່ອງຫວ່າງລະຫວ່າງອະນຸ ພາກມີຂະໜາດນ້ອຍ ແລະ ແຊກຊຶມຂອງນໍ້າໄດ້ຕໍ່າ ເຊິ່ງການນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງ B:V= 75:25 (T2) ແມ່ນມີຜົນເຮັດໃຫ້ໂຄງສ້າງຂອງດິນເນື້ອ ລະອຽດມີເປີເຊັນເພີ່ມຂຶ້ນຈາກ 8.53 % ມາເປັນ 11.7 %. ແຕ່ກົງກັນຂ້າມໃນກໍລະນີນໍາໃຊ້ຝຸ່ນ ປະສົມ B:V= 00:100 (T5) ແລະ B:V= 50:50 (T3) ແມ່ນມີຜົນເຮັດໃຫ້ເປີເຊັນຂອງ Fine texture soil ຕໍ່າລົງເມື່ອທຽບກັບ Fine texture soil ຂອງ ດິນກ່ອນປູກ ເຊິ່ງມີເປີເຊັນ FTS ຂອງດິນເທົ່າກັບ 7.3 % ຕາມລຳດັບ. ການນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງ ຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ (B: Coffee-husk Biochar) ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ (Vermicompost) ພາຍໃຕ້ອັດຕາສ່ວນປະສົມ 5 ລະດັບທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ເຫັນວ່າ ອັດຕາສ່ວນປະສົມດັ່ງກ່າວແມ່ນມີຜົນເຮັດ ໃຫ້ເປີເຊັນຂອງ Silt ແມ່ນມີເປີເຊັນຫຼຸດລົງ ເຊິ່ງໃນ ນັ້ນເຫັນວ່າ: B:V= 100:00 (T1) ແມ່ນມີເປີເຊັນ ຂອງ Silt ເທົ່າກັບ 55.68% ແລະ ສໍາລັບດິນ Clay ເຫັນວ່າ ໃນກໍລະນີນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ ປະສົມ B:V= 100:00 (T1) ແລະ B:V= 75:25 (T2) ແມ່ນມີຜົນມີຜົນເຮັດໃຫ້ເປີເຊັນຂອງດິນໜຽວ (Clay) ຫຼຸດລົງເທົ່າກັບ 20.06 % ແລະ ຄວາມຊຸ່ມ ຂອງດິນກໍ່ຖ່ວງມີບົດບາດ ແລະ ມີຄວາມສໍາຄັນອີກ ຢ່າງໜຶ່ງຕໍ່ກັບດິນ ແລະ ກໍ່ກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕ

ຂອງຜົດ ແລະ ຈາກຜົນການວິເຄາະຄວາມຊຸ່ມຂອງ ດິນເຫັນວ່າ: ໃນກໍລະນີທີ່ນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງ ຝຸ່ນ coffee husk biochar ແລະ vermicompost ແມ່ນມີຜົນເຮັດໃຫ້ດິນມີການເກັບຄວາມຊຸ່ມໄດ້ດີ ຂຶ້ນ ໂດຍສ່ວນໃຫຍ່ມີຄວາມຊຸ່ມເພີ່ມຂຶ້ນແຕ່ 19.90-22.45% ເມື່ອສຶມທຽບກັບຄວາມຊຸ່ມຂອງ ດິນກ່ອນປູກ.

ຜົນຕໍ່ກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນຜະລິດຂອງ ຜັກກະຫຼໍ່າປີ

ສໍາລັບການຜະລິດລະດູການທໍາອິດເຫັນວ່າ:

1) ການນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມໃນອັດຕາສ່ວນ B:V= 100:00 (T1) ແມ່ນມີຜົນເຮັດໃຫ້ມີເສັ້ນຜ່າ ສູນກາງເທົ່າກັບ 13.14 cm ແລະ ຮອງລົງມາແມ່ນ ການນໍາໃຊ້ຝຸ່ນດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ B:V= 75:25 (T2) ມີຂະໜາດເສັ້ນຜ່າສູນກາງເທົ່າກັບ 12.88 cm. ສ່ວນອັດຕາສ່ວນປະສົມອື່ນໆເຊັ່ນ: B:V= 50:50 (T3), B:V= 25:75 (T4) ແລະ B:V= 00:100 (T5) ແມ່ນມີຂະໜາດເສັ້ນຜ່າສູນກາງຂອງຫົວຜັກ ກະຫຼໍ່າປີໂດຍສະເລ່ຍເທົ່າກັບ 11.15 cm, 12.14 cm ແລະ 11.42 cm ຕາມລຳດັບ. ແຕ່ສໍາລັບຂະໜາດລວງຮອບຫົວ ກໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານ ສະຖິຕິ 99% ($P<0.01$) ໂດຍແມ່ນ B:V= 100:00 (T1) ມີຄ່າສະເລ່ຍລວງຮອບຫົວທີ່ສຸດ ເຊິ່ງເທົ່າກັບ 42.244 cm. ຮອງລົງມາແມ່ນ B:V= 75:25 (T2) ມີເສັ້ນຜ່າສູນກາງເທົ່າກັບ 40.111 cm, ສ່ວນ B:V= 25:75 (T4) ມີຄ່າສະເລ່ຍເທົ່າກັບ 39.111 cm. B:V= 00:100 (T5) ສະເລ່ຍເທົ່າກັບ 36.195 cm ແລະ ຕໍ່າກວ່າໝູ່ແມ່ນ B:V= 50:50 (T3) ມີຄ່າ ສະເລ່ຍເທົ່າກັບ 34.389 cm.

2) ນໍ້າໜັກຫົວຂອງຜັກກະຫຼໍ່າປີ ເຫັນວ່າໃນກໍ ລະນີການນໍາໃຊ້ໃນອັດຕາ 100:00 ມີຄ່າສະເລ່ຍນໍ້າ ໜັກ ຫົວທີ່ສຸດ ເຊິ່ງເທົ່າກັບ 520.28 g. ຮອງລົງ ມາແມ່ນ T2 (75:25) ທີ່ນໍາໃຊ້ ຖ່ານຊີວະພາບ

ຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ ໃນອັດຕາ (75:25) ສະເລ່ຍນໍ້າໜັກ ເທົ່າກັບ 432.50 g. ຕໍ່ມາ ແມ່ນ T4 (25:75) ມີຄ່າສະເລ່ຍເທົ່າກັບ 415.25 g. ຕໍ່ມາແມ່ນ T5 (00:100) ສະເລ່ຍເທົ່າກັບ 335.17 g ແລະ ຕໍ່ມາກວ່າໝູ່ແມ່ນ T3 (50:50) ມີຄ່າສະເລ່ຍ ເທົ່າກັບ 277 g.

3) ການຈະເລີນເຕີບໂຕທາງດ້ານຜົນຜະລິດ/ ໜານ ($\text{g}/3 \text{ m}^2$) ຂອງຜັກກະຫຼໍ່າປີ ແມ່ນ T1 (100:00) ທີ່ນໍາໃຊ້ ຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ ໃນອັດຕາ (100:00) ມີຄ່າ ສະເລ່ຍທີ່ສຸດ ເຊິ່ງເທົ່າກັບ 6,243.3 g. ຮອງ ລົງມາແມ່ນ T2 (75:25) ທີ່ນໍາໃຊ້ ຖ່ານຊີວະ ພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ ໃນ ອັດຕາ (75:25) ສະເລ່ຍນໍ້າໜັກ ເທົ່າກັບ 5,190 g. ຕໍ່ມາແມ່ນ T4 (25:75) ມີຄ່າສະເລ່ຍເທົ່າກັບ 4983 g. ຕໍ່ມາແມ່ນ T5 (00:100) ສະເລ່ຍເທົ່າ ກັບ 4,022 g ແລະ ຕໍ່ມາກວ່າໝູ່ແມ່ນ T3 (50:50) ມີຄ່າສະເລ່ຍເທົ່າກັບ 3,324 g.

4) ການຈະເລີນເຕີບໂຕທາງດ້ານຜົນຜະລິດ/ ເຮັກຕາ (Kg/ha) ຂອງຜັກກະຫຼໍ່າປີ ແມ່ນມີຄວາມ ແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖິຕິ ($P<0.01$) ໂດຍແມ່ນ T1 (100:00) ທີ່ນໍາໃຊ້ ຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ ໃນອັດຕາ (100:00) ມີຄ່າ ສະເລ່ຍທີ່ສຸດ ເຊິ່ງເທົ່າກັບ 17,343 kg. ຮອງລົງ ມາແມ່ນ T2 (75:25) ທີ່ນໍາໃຊ້ ຖ່ານຊີວະພາບ ຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ ໃນອັດຕາ (75:25) ສະເລ່ຍນໍ້າໜັກ ເທົ່າກັບ 14,417 kg. ຕໍ່ ມາແມ່ນ T4 (25:75) ມີຄ່າສະເລ່ຍເທົ່າກັບ 13,842 kg. ຕໍ່ ມາແມ່ນ T5 (00:100) ສະເລ່ຍເທົ່າ ກັບ 11,172 kg ແລະ ຕໍ່ມາກວ່າໝູ່ແມ່ນ T3(50:50) ມີຄ່າສະເລ່ຍເທົ່າກັບ 9,233 kg.

5. ວິພາກຜົນການຄົ້ນຄວ້າ

ດ້ານຄຸນນະລັກສະນະທາງເຄມີ ແລະ ຟີຊິກຂອງດິນ:

ຜົນການນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງຖ່ານຊີວະ ພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນເຂົ້າໃນການ

ທົດລອງໃນຄັ້ງນີ້ເຫັນໄດ້ວ່າ ຝຸ່ນປະສົມດັ່ງກ່າວແມ່ນ ມີຜົນໂດຍກົງຕໍ່ກັບການປັບປຸງດິນ ໂດຍສະເພາະ ແມ່ນມີຜົນເຮັດໃຫ້ເກດມີການປ່ຽນແປງທາງດ້ານ ຄຸນລັກສະນະທາງເຄມີ ແລະ ຟີຊິກຂອງດິນ ຊຶ່ງເຫັນ ໄດ້ວ່າຝຸ່ນທີ່ນໍາໃຊ້ເຂົ້າໃນການທົດລອງໃນຄັ້ງນີ້ລ້ວນ ແຕ່ມີຜົນເຮັດໃຫ້ຄວາມຊຸ່ມຂອງດິນມີການເພີ່ມຂຶ້ນ ເຊິ່ງຈະມີຜົນໂດຍກົງຕໍ່ກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ຜົນຜະລິດຂອງຝັດ ເນື່ອງຈາກວ່າ ການໃສ່ຖ່ານຊີວະ ພາບລົງໄປໃນດິນທີ່ມີຄວາມອຸດົມສົມບູນຕໍ່າຂະເຮັດ ໃຫ້ລົດຄວາມໜາແໜ້ນຂອງດິນ ແລະ ເພີ່ມຄວາມ ສາມາດໃນການອຸ່ມ ໂດຍການໃຊ້ຖ່ານຊີວະພາບຈະ ໄປເພີ່ມຄວາມພູນຂອງດິນເນື່ອງຈາກອະນຸພາກຂອງ ຖ່ານຊີວະພາບມີຮູບຢູ່ໃນໂຄງສ້າງຢູ່ແລ້ວນໍ້າ (Akinson et al. 2010) ແລະ ຖ່ານຊີວະພາບທີ່ໃສ່ ລົງໄປໃນດິນສາມາດເພີ່ມ CEC (Cations Exchange) ຂອງດິນໄດ້ ໂດຍຖ່ານຊີວະພາບທີ່ເຜົາ ໃຫ້ມ່ຖືກປະຕິກິລິຍາກັບອ່ອກຊີເຈນ ແລະ ນໍ້າໃນດິນ ເຮັດໃຫ້ເກີດປະຕິກິລິຍາ oxidation ເຮັດໃຫ້ເພີ່ມ ປະຈຸລົບ ແລະ ຄ່າ CEC ຈຶ່ງເພີ່ມຂຶ້ນ ແລະ ຈະມີ ຄວາມເຂັ້ມຂອງປະຈຸລົບສູງຈຶ່ງກະຕຸ້ນໃຫ້ເກີດ ການຈັດຕົວກັນຂອງເມັດດິນ Soil aggregation ແລະ ເພີ່ມຄວາມເປັນປະໂຫຍດຂອງທາດອາຫານໃນ ດິນຕໍ່ຝັດ (Liang et al 2006 ແລະ Major at al 2010). ນອກນັ້ນ, ການສຶກສາຂອງ Granatstein et al (2009) ກ່ຽວກັບຜົນຂອງ pH ຂອງດິນເມື່ອ ໃສ່ຖ່ານຊີວະພາບທີ່ຜະລິດຈາກວັດຖຸດິບແຕກຕ່າງ ກັນ ພົບວ່າມີຄວາມປ່ຽນແປງຂອງ pH ລາຍເມື່ອໃສ່ ຖ່ານຊີວະພາບທີ່ຜະລິດສະໝຸນໄພ 24.4 ໂຕນຕໍ່ໄລ ລົງໄປໃນດິນຊາຍຈະເຮັດໃຫ້ pH ຂອງດິນເພີ່ມຂຶ້ນ ຈາກ 7.1 ເປັນ 8.1 ໃນຂະນະທີ່ການໃຊ້ຖ່ານຊີວະ ພາບຈາກໄມ້ເນື້ອແຂງໃຫ້ pH ຂອງດິນເພີ່ມຂຶ້ນ ເລັກນ້ອຍຢ່າງໃດກໍ່ຕາມເມື່ອໃສ່ຖ່ານຊີວະພາບທີ່ ຜະລິດຈາກວັດຖຸດິບຕ່າງໆ ໃນອັດຕາດຽວກັນລົງໄປ ໃນດິນຮ່ວມປົນດິນຊາຍແປ້ງ ພົບວ່າມີການເພີ່ມຂຶ້ນ

ຂອງ pH ຟຽງເລັກນ້ອຍ ແລະ ການລະລາຍທາດອາຫານຈາກດິນທີ່ເຮັດການກະສິກຳເປັນຜົນເຮັດໃຫ້ຄວາມອຸດົມສົມບູນລົດລົງຈຶ່ງເຮັດໃຫ້ມີຄວາມຈຳເປັນໃນການໃສ່ຜຸນອິນຊີ ແລະ ນອກຂາກນີ້ຍັງຊັກນຳໃຫ້ເກີດຂະບວນການ (euteophication) ໃນນ້ຳໄຕ້ດິນ ແລະ ນ້ຳຜົວດິນ (Laird et al, 2010) ແລະ ຖ່ານຊີວະພາບຍັງໄປກະຕຸ້ນກິດຈະກຳຂອງຈຸລິນຊີໃນດິນ (Hammes and Schidt, 2009) ແລະ ເປັນແຫຼ່ງທາດອາຫານ ແລະ ຊ່ວຍປັບປຸງສະພາບແວດລ້ອມຂອງດິນທາງດ້ານກາຍະພາບ ແລະ ຊີວະພາບເຮັດໃຫ້ມີສະພາບທີ່ເໝາະສົມຕໍ່ການຈະເລີນເຕີມໂຕ ແລະ ການເຮັດກິນຈະກຳຂອງຈຸລິນຊີໃນດິນ (Krull et al, 2010). ຖ່ານຊີວະພາບ (Biochar) ຄືວັດສະດຸທີ່ອຸດົມໄປດ້ວຍຄາຣ໌ບອນຜະລິດຈາກຊີວະມວນ (Biomass) ວັດສະດຸເຫຼືອໃຊ້ຈາກການກະສິກຳເຊັ່ນ: ເຫງົ້າມັນຕົ້ນ, ເຝືອງ, ເຂົ້າໂຜດ, ກິ່ງໄມ້, ເປືອກເຂົ້າ, ເປືອກກາເຟ ເປັນຕົ້ນ ເຊິ່ງຜ່ານຂະບວນການແຍກສະຫຼາຍດ້ວຍຄວາມຮ້ອນໂດຍບໍ່ມີການໃຊ້ອອກຊີເຈນ ຫຼື ໃຊ້ເປັນຈຳນວນນ້ອຍ ຫຼື ເອີ້ນວ່າ: ໄຟໂຮໂຮຊິສ (Pyrolysis) . ປັດຈຸບັນຖ່ານຊີວະພາບເປັນອີກໜຶ່ງທາງເລືອກໃໝ່ໃນການແກ້ໄຂບັນຫາສິ່ງແວດລ້ອມເຊັ່ນ : ການສ້າງຜະລິດງານ, ຜະລິດຕະພັນອາຫານ ແລະ ການຫຼຸດຜ່ອນໂລກຮ້ອນອີກທັງຍັງເປັນການເພີ່ມການຢ່ອຍສະຫຼາຍ ແລະ ແຍກກຳສຄາຣ໌ບອນໄດອອກໄຊດ໌ເອົາໄວ້ໃນດິນ. ຖ່ານຊີວະພາບເຮັດໜ້າທີ່ຄ້າຍຄືກັບອາງຄາຣ໌ບອນທຳມະຊາດຊ່ວຍປ້ອງກັນການປົດປ່ອຍກຳສຄາຣ໌ບອນໄດອອກໄຊດ໌ຂອງສານຊີວະພາບຂຶ້ນສູ່ບັນຍາກາດ ແລະ ຊ່ວຍໃຫ້ພືດດູດກຳສຄາຣ໌ບອນໄດອອກໄຊດ໌ຢ່າງຊ້າໆໃນຂະນະທີ່ພືດສັງເຄາະແສງ (Lehmann, 2006). ປະໂຫຍດຂອງຖ່ານຊີວະພາບນັ້ນຈະຊ່ວຍຫຼຸດການເກີດພາວະເຮືອນແກ້ວ ເຊິ່ງເປັນການບັນເທົາການປ່ຽນແປງມູມອາກາດ ເນື່ອງຈາກຖ່ານຊີວະພາບສາມາດຫຼຸດຜ່ອນ ກຳສ ຄາຣ໌ບອນໄດອອກໄຊດ໌ໃນ

ຊັ້ນບັນຍາກາດໄດ້ໃນໄລຍະຍາວ, ກັກເກັບຄາຣ໌ບອນໃນດິນ, ຊ່ວຍປັບປຸງດິນ ແລະ ຜົນຜະລິດທາງການກະສິກຳ ເນື່ອງຈາກເມື່ອໃສ່ຖ່ານຊີວະພາບລົງດິນຈາກລັກສະນະຄວາມເປັນຮູຂອງຖ່ານຊີວະພາບຈະຊ່ວຍກັກເກັບນ້ຳ ແລະ ທາດອາຫານໃນດິນ, ເຮັດໃຫ້ເກີດກິດຈະກຳຕ່າງໆຂຶ້ນສິ່ງຜົນໃຫ້ດິນມີຄວາມອຸດົມສົມບູນ ແລະ ຜົນຜະລິດທາງການກະສິກຳເພີ່ມຂຶ້ນ, ຊ່ວຍຫຼຸດການສູນເສຍຜຸນຈາກການຊະລ້າງ, ເນື່ອງຈາກການໃສ່ຖ່ານຊີວະພາບຈະເພີ່ມຄວາມສາມາດໃນການກັກເກັບທາດອາຫານໃນດິນ ເຮັດໃຫ້ຫຼຸດປະລິມານການໃສ່ຜຸນເຄມີ ເຊິ່ງຊ່ວຍຫຼຸດຜ່ອນຄ່າໃຊ້ຈ່າຍທາງການກະສິກຳ ແລະ ສິ່ງຜົນໃຫ້ຜົນຜະລິດທາງການກະສິກຳເພີ່ມຂຶ້ນ (Lehmann and Joseph, 2009). ການສຶກສາການໃສ່ຖ່ານຊີວະພາບລົງດິນເພື່ອເພີ່ມຜົນຜະລິດທາງການກະສິກຳນັ້ນ ມີປັດໄຈກ່ຽວຂ້ອງຫຼາຍປັດໄຈ ເຊັ່ນ: ວັດສະດຸທີ່ນຳມາຜະລິດ, ປະລິມານຂອງຖ່ານຊີວະພາບທີ່ໃສ່, ໄລຍະເວລາທີ່ປະຕິບັດການທົດລອງ, ຊະນິດຂອງພືດທີ່ເຮັດການທົດລອງ ແລະ ຊະນິດຂອງດິນ (Lehmann et al., 2003). ນອກຈາກນີ້ Oguntunde et al. (2008) ໄດ້ສຶກສາຜົນຂອງຖ່ານຊີວະພາບຕໍ່ຄຸນສົມບັດທາງກາຍະພາບຂອງດິນ ໃນປະເທດການາ ໂດຍປຽບທຽບດິນທີ່ໃສ່ ແລະ ບໍ່ໃສ່ຖ່ານຊີວະພາບ ພົບວ່າ: ດິນທີ່ມີການໃສ່ຖ່ານຊີວະພາບມີຄ່າການນຳນ້ຳຂອງດິນໃນສະພາບທີ່ອົມດິວເພີ່ມຂຶ້ນເຖິງ 88%, ສີຂອງດິນມີສີຄຳຂຶ້ນ, ຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນຂອງດິນຫຼຸດລົງ 9%, ມີຄ່າຄວາມຜູ້ຜຸຍລວມຂອງດິນເພີ່ມຂຶ້ນຈາກ 45.7% ເປັນ 50.6%. ອິດສະຣິຍາພອນ (2009) ໄດ້ສຶກສາການໃຊ້ຖ່ານຊີວະພາບປັບປຸງດິນໃນເຂດຮ້ອນຊຸ່ມທີ່ມີຂະບວນຊະລ້າງສູງ ແລະ ມີປະລິມານອິນຊີວັດຖຸ ແລະ ຄວາມອຸດົມສົມບູນຕ່ຳ ແລ້ວຜົນການສຶກສາໄດ້ພົບວ່າ: ການໃຊ້ຖ່ານຊີວະພາບຊ່ວຍໃຫ້ຄຸນສົມບັດທາງກາຍະພາບ ແລະ ເຄມີຂອງດິນຂຶ້ນ ນອກຈາກນີ້ຍັງພົບວ່າຄວາມພຽນຂອງຖ່ານ

ຊີວະພາບເຮັດໃຫ້ດິນມີການລະບາຍນ້ຳ ແລະ ອາກາດໄດ້ດີຂຶ້ນ ແລະ ມີຄວາມສາມາດໃນການອຸ່ມນ້ຳໄດ້ອີກດ້ວຍ ຈາກສະພາບດັ່ງກ່າວຈຶ່ງເໝາະສົມໃນຂະບວນການກິດຈະກຳຂອງຈຸລິນຊີທີ່ເປັນປະໂຫຍດໃນດິນ ເຊັ່ນ: ເຊື້ຮາໄມຄອຣ໌ໄຮຊາ ແລະ ແບັກທີເຣຍທີ່ຕົງໄນໂຕຣເຈັນໄດ້ ແລະ ຍັງພົບວ່າຖ່ານຊີວະພາບມີອິນຊີຄາຣ໌ບອນທີ່ຄົງທົນໃນການຢ່ອຍສະຫຼາຍອີກດ້ວຍ. ການໃສ່ຖ່ານຊີວະພາບໃນດິນໜຽວປົນດິນຊາຍ ອັດຕາ 1600 kg/rai ໃນພື້ນທີ່ການປູກເຂົ້າພັນເຫຼືອງ ແລະ ພັນນາສານ ພົບວ່າຕົ້ນເຂົ້າທີ່ໄດ້ຮັບຖ່ານຊີວະພາບມີການຈະເລີນເຕີບໂຕເພີ່ມສູງຂຶ້ນໄດ້ແກ່ : ຄວາມສູງ, ນ້ຳໜັກ, ລຳຕົ້ນ ແລະ ຮາກ, ການແຕກກຳ, ຈຳນວນເມັດ/ຮວງ ເຮັດໃຫ້ຜົນຜະລິດສູງຂຶ້ນ. ບັນເຈດີລັກ ແລະ ຣະຕິກອນ (2017) ອະທິບາຍເລື່ອງ ຄຸນສົມບັດຂອງຖ່ານຊີວະພາບຕໍ່ຄຸນສົມບັດຂອງດິນ ແລະ ຜົນຜະລິດພືດສະໝຸນໄຟຂີ້ໜົ້ນຊັ້ນໃນພື້ນທີ່ດິນສົມ ໂດຍໃຊ້ຖ່ານຊີວະພາບອັດຕາທີ່ແຕກຕ່າງກັນຮ່ວມກັບການໃຊ້ຝຸ່ນຂີ້ໄກ່ ພົບວ່າ: ການໃຊ້ຖ່ານຊີວະພາບໃນການປັບປຸງດິນ ໃຫ້ດິນມີຄວາມອຸດົມສົມບູນເພີ່ມຂຶ້ນ ໂດຍມີຄ່າຄວາມເປັນກົດເປັນຕ່າງຂອງດິນ (pH), ປະລິມານອິນຊີວັດຕູໃນດິນເພີ່ມຂຶ້ນ. ສຳລັບປະລິມານຂອງ P, K ແລະ Ca ໃນດິນເພີ່ມຂຶ້ນສູງຢ່າງຊັດເຈນ ສ່ວນປະລິມານຂອງ Mg ກໍ່ມີການປ່ຽນແປງເພີ່ມຂຶ້ນເຊັ່ນກັນ ແລະ ຈາກການໃຊ້ຖ່ານຊີວະພາບໃນອັດຕາຕ່າງໆໃນການປັບປຸງດິນຕໍ່ຜົນຜະລິດພົບວ່າມີແນວໂນ້ມເຮັດໃຫ້ຜົນຜະລິດຂອງຂີ້ໜົ້ນຊັ້ນເພີ່ມຂຶ້ນ.

ຜົນຕໍ່ກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ການໃຫ້ຜົນຜະລິດຂອງຜັກກະຫຼ່າປີ

ຜົນໄດ້ຮັບຂອງຜົນລວມທັງໝົດຈາກການວິເຄາະທາງດ້ານສະຖິຕິກ່ຽວກັບການທົດລອງການນຳໃຊ້ຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນທີ່ນຳປະສົມກັນດ້ວຍການປະສົມດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ

ປະສົມທີ່ແຕກຕ່າງກັນໃນ 5 ລະດັບສ່ວນປະສົມ (100:00; 75:25; 50:50; 25:75 ແລະ 00:100) ນັ້ນເຫັນໄດ້ວ່າ: ຝຸ່ນດັ່ງກ່າວແມ່ນມີຜົນ ຫຼື ມີຜົນຕໍ່ກັບການໃຫ້ຜົນຜະລິດຂອງຜັກກະລຳ ເຊິ່ງເຫັນໄດ້ຈາກຜົນການວິເຄາະທາງດ້ານສະຖິຕິ ຄື: ລວງຮອບຫົວ, ນ້ຳໜັກຫົວ, ຜົນຜະລິດ/ໜານ, ຜົນຜະລິດ/ເຮັກຕາ, ເຫັນວ່າມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖິຕິໃນລະດັບຄວາມເຊື່ອໝັ້ນ 99% ຫຼື $P < 0.01$ ແລະ ເສັ້ນຜ່າສູນກາງຂອງຫົວ ເຫັນວ່າມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນທາງດ້ານສະຖິຕິໃນລະດັບຄວາມເຊື່ອໝັ້ນ 95% ຫຼື $0.01 < P < 0.05$, ແຕ່ໃນນັ້ນສິ່ງທົດລອງທີ່ໃຫ້ຜົນຜະລິດທີ່ດີທີ່ສຸດນັ້ນແມ່ນ ສິ່ງທົດລອງທີ 1 ເຊິ່ງນຳໃຊ້ຖ່ານຊີວະພາບ (ແກບກາເຟ) ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນໃນອັດຕາສ່ວນ (100:00) ທີ່ໃຫ້ຜົນຜະລິດຕໍ່ເນື້ອທີ່ເທົ່າກັບ $6243.3 \text{ g}/3 \text{ m}^2$ ຫຼື $17,343 \text{ kg/ha}$ ເຊິ່ງການນຳໃຊ້ຖ່ານຊີວະພາບໃນດິນໜຽວປົນດິນຊາຍ ອັດຕາ 1600 kg/rai ໃນພື້ນທີ່ການປູກເຂົ້າ ແມ່ນມີການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ເຮັດໃຫ້ຜົນຜະລິດສູງຂຶ້ນ. ນອກຈາກນັ້ນ, ຍັງເຮັດໃຫ້ດິນມີການອຸ່ມນ້ຳໄດ້ດີອີກດ້ວຍ ແລະ ເໝາະສົມໃນຂະບວນການກິດຈະກຳຂອງຈຸລິນຊີທີ່ເປັນປະໂຫຍດໃນດິນ ແລະ ຍັງພົບວ່າຖ່ານຊີວະພາບມີອິນຊີຄາຣ໌ບອນທີ່ຄົງທົນໃນການຢ່ອຍສະຫຼາຍອີກດ້ວຍ. ການໃສ່ຖ່ານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ ແມ່ນເປັນປັດອີກຢ່າງໜຶ່ງທີ່ມີບົດບາດສຳຄັນຕໍ່ກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ການໃຫ້ຜົນຜະລິດສູງຂຶ້ນ, ເນື່ອງຈາກການໃສ່ຖ່ານຊີວະພາບຈະເພີ່ມຄວາມສາມາດໃນການກັກເກັບທາດອາຫານໃນດິນ ແລະ ສົ່ງຜົນໃຫ້ຜົນຜະລິດທາງການກະສິກຳເພີ່ມຂຶ້ນ (Lehmann and Joseph, 2009). ແຕ່ຜັດມີຄວາມແຕກຕ່າງກັນກັບຜົນການທົດລອງຂອງ Gadzirayi ແລະ ຄະນະ (2017) ທີ່ທົດລອງກ່ຽວກັບການນຳໃຊ້ການປະສົມຝຸ່ນລະຫວ່າງ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ ແລະ ຖ່ານຊີວະພາບ ຕໍ່ກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ການໃຫ້ຜົນຜະລິດຂອງ

ສາລີ ແລະ ຜັກກະຫຼໍ່າປີ ຫຼື ຜິດຊະນິດທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ເຊິ່ງເຫັນວ່າໃນກໍລະນີທີ່ນໍາໃຊ້ສ່ວນປະສົມໃນ ປະລິມານອັດຕາສ່ວນລະດັບ 50:50 ແມ່ນມີຄວາມເໝາະສົມທີ່ສຸດຕໍ່ກັບການຈະເລີນເຕີບໂຕ ແລະ ການໃຫ້ຜົນຜະລິດຂອງສາລີ ແລະ ຜັກກະຫຼໍ່າປີແມ່ນໄດ້ດີທີ່ສຸດ.

6. ສະຫຼຸບ

ການນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງ coffee-husk biochar (B) ແລະ vermicompost (V) ດ້ວຍອັດຕາສ່ວນປະສົມທີ່ແຕກຕ່າງກັນ 5 ລະດັບທີ່ແຕກຕ່າງກັນນັ້ນເຫັນວ່າມີຜົນດີຕໍ່ກັບຄຸນລັກສະນະທາງເຄມີ ແລະ ພຶກຂອງດິນພາຍ ສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ຄື:

- ຝຸ່ນປະສົມດັ່ງກ່າວຈະມີຜົນຕໍ່ກັບການປ່ຽນແປງຄວາມເປັນກົດເປັນດ່າງ (pH) ຂອງດິນ ເຊິ່ງໃນນັ້ນເຫັນວ່າກໍລະນີທີ່ນໍາໃຊ້ຖານຊີວະພາບແກບກາເຟພຽງຢ່າງດຽວແມ່ນຈະເຮັດໃຫ້ດິນມີຄ່າ pH ເທົ່າກັບ 4.3. ແຕ່ໃນກໍລະນີທີ່ນໍາໃຊ້ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນພຽງຢ່າງດຽວ ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນປະສົມກັບຖານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟແມ່ນມີຄ່າ pH ເທົ່າກັບ 4.5 ແລະ 4.4 ຕາມລຳດັບ. ແຕ່ສໍາລັບ ອິນຊີວັດຕຸ (OM) ພົບວ່າພາຍຫຼັງໃສ່ຝຸ່ນເຫັນວ່າອິນຊີວັດຕຸຂອງດິນແມ່ນມີອິນຊີວັດຕຸສະເລ່ຍເທົ່າກັບ 9.13-10.14% (ຜື່ນທີ່ທົດລອງຜັກກະຫຼໍ່າປີ) ຊຶ່ງມີອັດຕາການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງອິນຊີວັດຕຸເປັນ 1.57-2.58%.

- ປະລິມານທາດ Nitrogen (N): %N-total, NH_4^+ ແລະ NO_3^- ເຫັນວ່າການນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງຖານຊີວະພາບຂີ້ແກບກາເຟ (B) ແລະ ຝຸ່ນຂີ້ກະເດືອນ (V) ດ້ວຍລະດັບອັດຕາສ່ວນປະສົມ B:V= 75:25 (T2) ແມ່ນມີຜົນເຮັດໃຫ້ມີການເພີ່ມປະລິມານທາດ N ສູງກວ່າລະດັບອັດຕາສ່ວນປະສົມອື່ນໆຂອງຝຸ່ນປະສົມທີ່ໃຊ້ສໍາລັບການທົດລອງ ເຊິ່ງມີ

ປະລິມານທາດ N ສູງເຖິງ 0.33% ແລະ ສໍາລັບການນໍາໃຊ້ຝຸ່ນດ້ວຍສ່ວນປະສົມ B:V= 00:100 (T5) ມີປະລິມານ NH_4^+ ສູງເຖິງ 67.67 mg/kg ແລະ ປະລິມານຂອງ NO_3^- ແມ່ນໃນກໍລະນີທີ່ນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງດ້ວຍລະດັບອັດຕາສ່ວນປະສົມ B:V= 75:25 (T4) ແລະ 100:00 (T1) ທີ່ສາມາດເພີ່ມປະລິມານທາດ NO_3^- ໃນດິນໄດ້ສູງເຖິງ 27.33 mg/kg ແລະ 25.67 mg/kg ຕາມລຳດັບ.

- ການນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມດ້ວຍລະດັບອັດຕາ B:V= 00:100 (T1) ແມ່ນມີປະລິມານທາດ P-total ແລະ P-avalable ສູງກວ່າການໃສ່ຝຸ່ນດ້ວຍລະດັບອັດຕາສ່ວນປະສົມອື່ນໆ ເຊິ່ງມີປະລິມານສູງເຖິງ 0.24% ແລະ 5.07 mg/kg.

- ຝຸ່ນປະສົມດັ່ງກ່າວແມ່ນມີຜົນເຮັດປະລິມານທາດ K-avalable ມີປະລິມານເພີ່ມຂຶ້ນ ເຊິ່ງໃນນັ້ນຝຸ່ນປະສົມດ້ວຍລະດັບອັດຕາສ່ວນ B:V= 100:00 (T1) ແມ່ນມີປະລິມານທາດ K-avalable ສູງກວ່າການໃສ່ຝຸ່ນດ້ວຍລະດັບອັດຕາສ່ວນປະສົມອື່ນໆ ເຊິ່ງມີປະລິມານສູງເຖິງ 153.33 mg/kg.

- Exchangeable Cation (mg/100g) ກໍ່ເຫັນວ່າ: ຝຸ່ນປະສົມລະຫວ່າງດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ B:V= 75:25 (T2) ແມ່ນຈະສາມາດເພີ່ມປະລິມານຂອງ Ca^{+2} ໄດ້ສູງເຖິງ 1.78 mg/100g. ແຕ່ສໍາລັບ Mg^{+2} ແມ່ນໃນກໍລະນີທີ່ນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມໃນອັດຕາສ່ວນ B:V= 00:100 (T5) ທີ່ມີປະລິມານສູງເຖິງ 1.03 mg/100g ແລະ K^+ ແມ່ນໄດ້ແກ່ຊະນິດຝຸ່ນໃນອັດຕາສ່ວນປະສົມ B:V= 100:00 (T1) ທີ່ມີປະລິມານສູງເຖິງ 0.39 mg/100g ເມື່ອທຽບກັບປະລິມານທາດດັ່ງກ່າວຂອງດິນກ່ອນປູກ. ແຕ່ສໍາລັບ Na^+ ເມື່ອທຽບກັບດິນກ່ອນປູກເຫັນວ່າມີຄວາມຫຼຸດຫຼື່ນກັນພຽງເລັກໜ້ອຍ ແລະ ໃນກໍລະນີທີ່ນໍາໃຊ້ຝຸ່ນປະສົມດ້ວຍອັດຕາສ່ວນ B:V= 50:50 (T3) ແມ່ນມີປະລິມານໃກ້ຄຽງກັນກັບດິນກ່ອນປູກເຊິ່ງມີປະລິມານຂອງ Na^+ ເທົ່າກັບ 1.04 mg/100g ເມື່ອ

ທຽບກັບດິນກ່ອນປູກແມ່ນເທົ່າກັບ 1.05 mg/100g.

- ຄວາມຊຸ່ມ (Moisture) ຂອງພື້ນທີ່ການທົດລອງປູກຜັກກະຫຼ່າປີ ໂດຍສ່ວນໃຫຍ່ມີຄວາມຊຸ່ມເພີ່ມຂຶ້ນແຕ່ 19.90-22.45% ເມື່ອສົມທຽບກັບຄວາມຊຸ່ມຂອງດິນກ່ອນປູກ.

ອັດຕາສ່ວນປະສົມ B:V= 100:00 (T1) ແມ່ນອັດຕາສ່ວນທີ່ເໝາະສົມທີ່ສຸດສໍາລັບການປູກຜັກຫຼ່າປີໃນລະດູການຜະລິດຄັ້ງທໍາອິດ ເຊິ່ງສະອດງໃຫ້ເຫັນດັ່ງຜົນໄດ້ຮັບຄື : ມີເສັ້ນຜ່າສູນກາງເທົ່າກັບ 13.139 cm, ລວງຮອບຂອງຫົວ 42.244 cm, ດ້ານນໍ້າໜັກຫົວເທົ່າກັບ 520.28 g , ນໍ້າໜັກຜົນຜະລິດ / ໜານ 6243.3 g ແລະ ເມື່ອຄໍານວນນໍ້າໜັກຜົນຜະລິດ / ເຮັກຕາຈະເທົ່າກັບ 17,343 kg.

7. ຄວາມຮູ້ບຸນຄຸນ

ທີມການຄົ້ນຄວ້າ ຂໍສະແດງຄວາມຂອບໃຈ ແລະ ຮູ້ບຸນຄຸນ ມາຍັງ ຄະນະນໍາ ມະຫາວິທະຍາໄລຈຳປາສັກ ແລະ ກົມການສຶກສາຊັ້ນສູງ ທີ່ໃຫ້ທຶນຊ່ວຍເຫຼືອລ້າຈາກທະນາຄານພັດທະນາອາຊີ (ADB Grant No. 0500-Lao (SF): Second Strengthening Higher Education Project) ຈ່າຍ 100% ເພື່ອສະໜັບສະໜູນການຄົ້ນຄວ້າວິທະຍາສາດ CRF ຈົນມີຄວາມລຳເລັດໄດ້ຢ່າງຈົບງາມ.

8. ເອກະສານອ້າງອີງ (References)

ທັນວະຣິດ ຮອບຄຳ. 2008. ການໃຊ້ສານຂ້າສັດຕູພືດແລະສັດໃນການຜະລິດກະຫຼ່າປີແລະຜົນກະທົບທີ່ມີຕໍ່ດິນແລະຊາວກະສິກອນ. ວິທະຍາສາດມະຫາບັນດິດ ສາຂາວິຊາການໃຊ້ທີ່ດິນແລະການຈັດການຊັບພະຍາກອນທຳມະຊາດຢ່າງຍືນຍົງ,

ສຳນັກງານບັນດິດສຶກສາ ມະຫາວິທະຍາໄລແມ່ໂຈ້, ໜ 1.

ບັນເຈດລັກ ຈິນຕະຣິດ ແລະ ຣະຕິກອນ ນະລຳປາງ.

2017. ການປະເມີນຄຸນນະພາບດິນ ແລະ ການໃຊ້ຖ່ານຊີວະພາບ (biochar) ເພື່ອເພີ່ມຄາບອນໃນດິນ ແລະ ເພີ່ມຜົນຜະລິດພືດຜັກອື່ນໆໃນພື້ນທີ່ດິນກົດ. ກົມພັດທະນາທີ່ດິນ, ກະຊວງກະສິກຳ ແລະ ສະຫະກອນ. ໜ 18-46.

ພຸດທະສອນ ສີບຸນທະວົງ, ທະວີສິດ ບຸນຍາສຸກ ແລະ ຜ່ອງໄສ ປົວສານຸວົງ. 2018. ກະສິກຳອື່ນໆ. ຄະນະກະສິກຳສາດ, ມະຫາວິທະຍາໄລແຫ່ງຊາດ. ໜ 1-6.

ອະພິຊະຍາ ປະສິບຣັຕນະໄຊ. 2009. ຄວາມສາມາດໃນການເປັນສານແອນຕີອັອກຊີແດນຂອງສານສະກັດຈາກຜັກອື່ນໆ, ສາຂາວິຊາເທັກໂນໂລຊີທາງອາຫານ, ສຳນັກງານບັນດິດສຶກສາມະຫາວິທະຍາໄລແມ່ໂຈ້, ໜ 4.

ອິດສະຣິຍາພອນ ດຳລົງຮັກ. 2009. ຖ່ານເພື່ອການປັບປຸງດິນ, ວາລະສານມະຫາວິທະຍາໄລຣາຊພັດຍະລາ

Atkinson, C.J., J.D. Fitzgerald, and N.A. Hipps. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: A review. Plant and Soil. 33: 10-18.

Gadzirayi, C., T. Mandumbu, R. Mafuse, N. and Schonhiwa, C. 2017. The compatibility effects of biochar-vermicompost mix on crop productivity (Maize and Cabbage).

Journal of environmental science and engineering A 6: 496-501.

Science and Technology, Earthscan Plb, UK and USA.

- Granatstein, D., C.E. Kruger, H. Collins, S. Galinato, M. Garcia-Perez and J. Yoder. 2009. Use of biochar from the pyrolysis of waste organic material as a soil amendment: final project report. Washington State University, Wenatchee.
- Haney, E., Gansky, S.A., Lee, J.S., et al. (2010) Comparative Analysis of Traditional Radiographs and Cone-Beam Computed Tomography Volumetric Images in the Diagnosis and Treatment Planning of Maxillary Impacted Canines. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 137, 590-597.
- Hammes, K. and W.I. Schmidt. 2009. Changes of biochar in soil. pp. 169-182. . In: J. Lehmann and S. Joseph (eds). Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earthscan, United Kingdom.
- Krull, E., B. Singh and S. Joseph. 2010. Preface to special issue: proceedings from the First Asia-Pacific Biochar Conference 2009, Gold Coast, Australia. Australian Journal of Soil Research 48(6-7): 1-4.
- Laird, A.R., J.L. Robinson, K.M. McMillan, D. Tordesillas-Gutiérrez, S.T. Moran and S.M. Gonzales. 2010. Comparison of the disparity between Talairach and MNI coordinates in functional neuroimaging data: Validation of the Lancaster transform. Neuroimage 51, 677–683.
- Lehmann, J. and S. Joseph. 2009. Biochar for Environmental Management
- Lehmann, J., J. Gaunt and M. Rondon. 2006. Biochar Sequestration in terrestrial ecosystems: a review. Mitigation and Adaptation Strategies for Global change capacity in Soil. Soil Science Society of America Journal 70: 1719-1730
- Lehmann, J. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and Ferralsol of the Central Amazon basin: Fertilizer, manure and charcoal amendments, Plant Soil 249, 343-357 pp.
- Liang, B., J. Lehmann, D. Solomon, J. Kinyangi, J. Grossman and B. O'Neill. 2006. Black carbon Increases cation exchange capacity in soils. Soil Science Society of America Journal 70(5): 1719-1730.
- Major, J., J. Lehmann, M. Rondon and C. Goodale. 2010. Fate of soil-applied black carbon: downward migration, leaching and soil respiration. Global Change Biology 16(4): 1366–1379.
- Oguntunde, P.G. 2008. Effects of charcoal production on maize yield, chemical properties and texture of soil, Biol, Fertil, Soil, 295-299 pp.
- Thomas, G.W. (1996) Soil pH and Soil Acidity. In: Sparks, D.L., Ed., Methods of Soil Analysis: Part 3—Chemical Methods, Book Series No. 5, SSSA and ASA, , Madison, WI, 475-489.

ຕາຕະລາງທີ 1: ຜົນການວິໄຈອົງປະກອບທາ
ເຄມີ ແລະ ຟີຊິກຂອງຜຸ່ນ

No.	Description	pH (1:2.5)	OM	N-Total (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Moisture
1	T1: B:V (100:00)	6.0	8.91	2.85	0.82	1.69	7.05
2	T2: B:V (75:25)	8.5	7.33	4.33	0.64	2.41	11.09
3	T3: B:V (50:50)	8.4	14.9	3.8	0.64	2.05	12.9
4	T4: B:V (25:75)	8.2	11.68	4.81	0.65	2.77	22.12
5	T5: B:V (00:100)	7.4	8.45	2.18	0.32	0.84	27.61

ຕາຕະລາງທີ 2: ຜົນການວິໄຈຄຸນລັກສະນະທາງເຄມີ ແລະ ຟີຊິກຂອງດິນກ່ອນປູກ

No	ລາຍການ	ປະລິມານ	ໝາຍເຫດ
1.	pH (1:2.5)		
-	H ₂ O	5.5	
2	%OM	7.56	
3	Nitrogen (N)		
-	N-total (%)	0.28	
-	NH ₄ ⁺	35.00	
-	NO ₃ ⁻	21.00	
4	Phosphorus (P)		
-	P ₂ O ₅ (%)	0.17	
-	P-avail (mg/kg)	3.75	
5	Potassium (K)		
-	K ₂ O (%)	0.31	
-	K-avail (mg/kg)	60.0	
6	Exchangeable Cation(mg/100g)		
-	Ca ⁺⁺	0.33	
-	Mg ⁺⁺	0.05	
-	K ⁺	0.15	
-	Na ⁺	1.05	
7	% Soil particle size (p)		
-	Coarse	4.86	
-	Fine	8.53	
-	Silt	64.71	
-	Clay	21.90	
-	Texture class	Silt	
8	Moisture (%)	8.50	

ຕາຕະລາງທີ 3: ຜົນການວິໄຈທາງດ້ານຄຸນລັກສະນະທາງເຄມີ ແລະ ຝີຊີກຂອງດິນ (ຜັກກະຫຼ້າປີ)

No	Descriptions	Treatments					P-Value	CV (%)
		T1=B:V (100:0)	T2=B:V (25:75)	T3=B:V (50:50)	T4=B:V (75:25)	T5=B: V (00:10)		
1	pH (1:2.5)							
-	H ₂ O	4.3 b	4.4 a	4.5 a	4.5 a	4.5 a	0.023	1.48
2	Organic Matter (% OM)	9.38	9.69	10.14	9.13	9.92	0.78	11.27
3	Nitrogen							
-	N-total (%)	0.23 bc	0.33 a	0.19 c	0.26 b	0.22 bc	0.005	11.94
-	NH ₄ ⁺ (ppm)	56.00 b	47.00 c	30.33 d	56.00 b	67.67 a	0.000	6.90
-	NO ₃ ⁻ (ppm)	25.67 a	14.47 c	10.43 d	27.33 a	21.00 b	0.000	9.80
4	Phosphorus							
-	P-total (mg/kg)	0.24 a	0.18 b	0.12 c	0.097 c	0.097 c	0.0001	13.41
-	P-aviable (mg/kg)	5.07 a	3.43 bc	2.74 c	3.74 b	4.99 a	0.0002	9.33
5	Potassium (K)							
-	K-total (mg/kg)	0.043 b	0.073 a	0.026 d	0.040 bc	0.033 cd	0.0000	11.92
-	K-aviable (mg/kg)	153.33 a	116.67 b	66.67 d	110.00 bc	96.67 c	0.0000 1	9.05
6	Exchange Cation (mg/100g)							
-	Ca ⁺²	1.67 ab	1.78 a	0.74 c	1.48 b	1.52 b	0.0000	8.45
-	Mg ⁺²	0.77 b	0.45 d	0.17 e	0.56 c	1.03 a	0.0000	4.62
-	K ⁺	0.39 a	0.297 b	0.17 d	0.28 b	0.25 c	0.0000	5.24
-	Na ⁺	0.88 b	0.71 c	1.04 a	0.78 bc	0.68 c	0.0009	8.02
7	Soil texture (Soil particle size)							
-	Coarse (%)	14.32 a	6.46 b	3.23 c	5.51 b	6.54 b	0.0000	8.85
-	Fine (%)	9.61 b	11.70 a	9.25 b	8.87 bc	7.30 c	0.0089	10.89
-	Silt (%)	55.68 d	58.23 c	63.34 a	60.02 bc	61.75 ab	0.0003	1.92
-	Clay (%)	20.06 c	23.60 b	24.29 ab	25.27 a	24.41 ab	0.0002	3.03
-	Texture Class	Silt	Silt	Silt	Silt	Silt	-	-
8	Moisture	19.90	21.16	22.45	20.87	21.45	0.1694	5.18

ຕາຕະລາງທີ 4: ສັງລວມຜົນໄດ້ຮັບຂອງການທົດລອງຜັກກະຫຼ້າປີ

No	Descriptions	Treatments					P-Value	CV (%)
		T1=B:V (100:00)	T2=B:V (25:75)	T3=B:V (50:50)	T4=B:V (75:25)	T5=B:V (00:100)		
1	ເສັ້ນຜ່າສູນກາງ (cm)	13.14 a	12.83 a	11.15 b	12.14 ab	11.42 b	0.0385	5.96
2	ລວງຮອບ (cm)	42.24 a	40.11 ab	34.39 c	39.11 b	36.20 c	0.0011	3.75
3	ນ້ຳໜັກຫົວ (g)	520.28 a	432.50 b	277 d	415.25 b	335.16 c	0.0001	7.19
4	ຜົນຜະລິດ (g/3 m ²)	6,243.30 a	5,190 b	3,324 d	4,983 b	4,022 c	0.0001	7.19
	ຜົນຜະລິດ (Kg/ha)	17,343 a	14,417 b	9,233 d	13,842 b	11,172 c	0.0001	7.19

ໝາຍເຫດ:

ns : ບໍ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖິຕິ ($P>0.05$)

***** : ຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖິຕິ ,ລະດັບຄວາມເຊື່ອໝັ້ນ 95% ($0.01<P<0.05$)

****** : ຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖິຕິ ,ລະດັບຄວາມເຊື່ອໝັ້ນ 99% ($P<0.01$)

******* : ຄວາມແຕກຕ່າງທາງດ້ານສະຖິຕິ ,ລະດັບຄວາມເຊື່ອໝັ້ນ 99.9% ($P<0.001$)