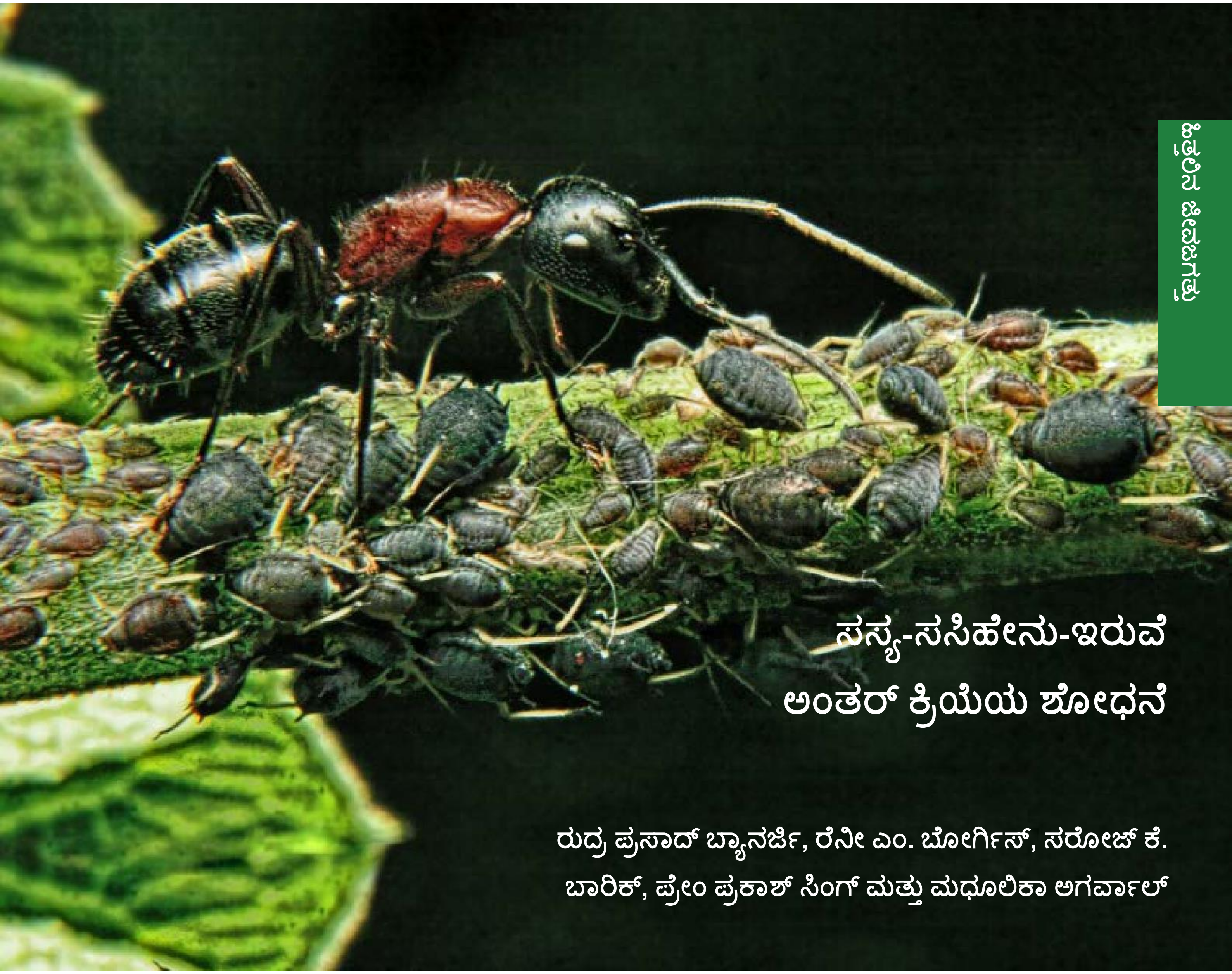

ಸಸ್ಯ-ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಯ ಶೋಧನೆ

ರುದ್ರ ಪ್ರಸಾದ್ ಬ್ಯಾನರ್ಜಿ, ರೆನೀ ಎಂ. ಬೋರ್ಗಿಸ್, ಸರೋಜ್ ಕೆ. ಬಾರಿಕ್, ಪ್ರೇಂ ಪ್ರಕಾಶ್ ಸಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಮಧೂಲಿಕಾ ಅಗರ್ವಾಲ್

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಹಲವು ವಿಭಿನ್ನ ಹಾಗೂ ಸಂಕೀರ್ಣ ಸ್ವರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದರೊಡನೆ ಇನ್ನೊಂದು ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಾವು ಏಕೆ ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುತ್ತೇವೆ? ನಿಜ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಅವರದೇ ಹಿತ್ತಲಿನ ಸಸ್ಯಗಳು, ಸಸಿಹೇನುಗಳು ಮತ್ತು ಇರುವೆಗಳ ಅವಲೋಕನಗಳ ಮೂಲಕ ಈ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆ ಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಹೇಗೆ ಪರಿಚಯಿಸುವುದು? ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶೋಧನೆಯ ಸ್ವಭಾವ ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸುವುದು ಹೇಗೆ?

ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಪಠ್ಯದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಷಯವಾಗಿ ಪರಿಚಯವಾಗುವುದಕ್ಕೂ ಬಹಳ ಮೊದಲೇ ತಮ್ಮ ಮನೆಯ ಹಾಗೂ ಶಾಲೆಯ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಗಮನ ಹರಿಸುವ ಮೂಲಕ ಮಕ್ಕಳು ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆ ಗಳನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಕುರಿತು ಆಲೋಚಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಆರಂಭಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆ ಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಅವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸುವುದು, ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಮೂರ್ತ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ತಮ್ಮದೇ ಹಿತ್ತಲಿನ ವಾಸ್ತವ ಜೀವಜಗತ್ತಿಗೆ ಮಕ್ಕಳು ತಳಕು ಹಾಕುವಂತೆ ಮಾಡುವಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕರಿಗೆ ನೆರವಾಗಬಲ್ಲದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ತನ್ನ ಮೈಮೇಲೆಲ್ಲ ಸಣ್ಣಪುಟ್ಟ ಜೀವಿಗಳಿಂದ ಆವರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಯಾವುದಾದರೂ ಸಸ್ಯವನ್ನು ನೀವು ನಿಮ್ಮ ಹೂದೋಟದಲ್ಲಿ, ಶಾಲೆಯ ಆವರಣದೊಳಗೆ, ಅಥವಾ ಜಮೀನಿನಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಿದ್ದೀರಾ? ಸಸ್ಯದ ಆ ಭಾಗವು ಇರುವೆಗಳಿಂದ ತುಂಬಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆಯೇ? ಈ ಎರಡೂ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ನಿಮ್ಮ ಉತ್ತರ 'ಹೌದು' ಎಂದಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ನೀವು ಇರುವೆಗಳು-ಸಸಿಹೇನುಗಳು ಮತ್ತು ಸಸ್ಯಗಳ ನಡುವಿನ ಮೂರು-ಹಾದಿಯ, ಕೌತುಕಮೂಡಿಸುವ, ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಲು ಸೂಕ್ತ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿದ್ದೀರಿ ಎಂದರ್ಥ.(**ಬಾಕ್ಸ್ 1** ನೋಡಿ).

ಸಸ್ಯ-ಸಸಿಹೇನು ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆ

ನೀವು ಅಂದುಕೊಂಡಿರುವಂತೆಯೇ ಆ ಪುಟ್ಟ ಬಿಳಿ, ಹಳದಿ, ಹಸಿರು ಅಥವಾ ಕಪ್ಪು ಜೀವಿಗಳು ಆಫಿಡ್‌ಗಳು ಅಥವಾ ಸಸಿಹೇನುಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಕೀಟಗಳಾಗಿವೆ (**ಚಿತ್ರ 1** ನೋಡಿ). ಮೀಲಿಬಗ್, ಬಿಳಿಕೀಟಗಳು ಮತ್ತು ಸಸಿಮಿಡತೆಗಳು (ಪ್ಲಾಂಟ್ ಹಾಪರ್ಸ್) ಇವೇ ಮೊದಲಾದವುಗಳಂತೆ ಸಸಿಹೇನುಗಳಿಗೂ ಸೂಜಿಯಂತಹ ಬಾಯಿಯ ಭಾಗಗಳಿವೆ (ಇವನ್ನು ಸ್ಟೈಲೆಟ್‌ಗಳು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ). ಸಸಿಹೇನುಗಳು ತಮ್ಮ ಬಾಯಿಯ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಸಸ್ಯದ ಮೃದುವಾದ ಭಾಗಗಳ ಒಳಗೆ ತೂರಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯವು ತನ್ನ ಪೋಷಣೆಗಾಗಿ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸುವ ಫ್ಲೋಯಂ ಸಾರವನ್ನು ಅವು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಫೈಟೋಫೇಗಸ್ (ಫೈಟೋ=ಸಸ್ಯ, ಫೇಜಿ=ಸೇವಿಸುವುದು) ಅಥವಾ ಸಾರ-ಹೀರುವ ಕೀಟಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಪೋಷಕಾಂಶದ ನಷ್ಟವು, ಆ ಸಸ್ಯದ ಆರೋಗ್ಯದ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಭಾಗಗಳು ಬಾಡಿಹೋಗುವಂತೆ, ಹಳದಿ ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಜೊತೆಗೆ ಅವು ಸಸ್ಯದ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಮೇಲೂ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಿ ಹಣ್ಣು ಮತ್ತು ಬೀಜದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ಕುಗ್ಗಿಸಬಹುದು.

ಬಾಕ್ಸ್ 1. ಸಸ್ಯ-ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡುವುದು ಮತ್ತು ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದು:

ಸಸ್ಯ-ಸಸಿಹೇನುಗಳು ಹಾಗೂ ಇರುವೆಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆ ಯು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಅವಕಾಶವಾದಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ ಅಥವಾ ಆಯ್ಕೆಯದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಇರುವೆಗಳು ಈ ಸಸಿಹೇನುಗಳೊಂದಿಗೆ ವರ್ಷವಿಡೀ ಸಹಯೋಗದಲ್ಲಿರಬಹುದು ಅಥವಾ ಇಲ್ಲದೆಯೂ ಇರಬಹುದು. ಈ ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆ ಸಹಯೋಗವು ಆಹಾರ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು, ಋತುಮಾನ, ಇರುವೆ ಸಮುದಾಯದ ಅಗತ್ಯಗಳು, ಮತ್ತು ಆತಿಥೇಯ ಸಸ್ಯದ ಋತುಮಾನಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು (ಅಂದರೆ ಮೊಗ್ಗು, ಹೂ ಬಿಡುವುದು ಮತ್ತು ಹಣ್ಣಾಗುವುದು, ಇತ್ಯಾದಿ ಘಟನೆಗಳ ಮೇಲೆ ಬಲವಾಗಿ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿದೆ). ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿನ ಪರಿಸರ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು ಸಸಿಹೇನು ಮತ್ತು ಇರುವೆಗಳ ಚಲನವಲನಗಳ ಮೇಲೆ ಮಿತಿ ಹೇರುವುದರಿಂದ ಇಂತಹ ಸಹವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ಬೇಸಗೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ (ಮಾರ್ಚ್/ಎಪ್ರಿಲ್-ಜುಲೈ) ಮತ್ತು ಮಾನ್ಸೂನ್ ನಂತರ (ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್/ಅಕ್ಟೋಬರ್-ನವೆಂಬರ್) ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದು ಉತ್ತಮ. ಇಂತಹ ಸಹಯೋಗವನ್ನು ಎತ್ತರದ ಮರಗಳು ಅಥವಾ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿರುವ ರೆಂಬೆಕೊಂಬೆಗಳಲ್ಲಿ ನೋಡುವುದು ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯವಾದರೂ, ಸುಮಾರು 3-5 ಮೀಟರ್ ಎತ್ತರದ ಮರಗಳು ಇಲ್ಲವೇ ಕೆಳಗಿನ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವ ರೆಂಬೆಗಳಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ನೋಡಬಹುದು. ಸಸ್ಯದ ಭಾಗಗಳ ಮೇಲೆ ಓಡಾಡುವ ಇರುವೆಗಳ ಬೆನ್ನತ್ತುವುದರಿಂದ ಇಂತಹ ಸಹವರ್ತನೆಗಳ ನಿಜವಾದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಸುಳಿವು ಸಿಗಬಹುದು. ಹಲವಾರು ಬಾರಿ ಸಸ್ಯದ ತುದಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸಸಿಹೇನು ಮುತ್ತಿಕೊಂಡಿರುವುದನ್ನೂ ನಾವು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. ಒಂದು ಬಾರಿ ಇಂತಹ ಸಹವರ್ತನೆಯನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದ ನಂತರ, ಸಸ್ಯ-ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆ ಸಹವರ್ತನೆಯ ಹಲವು ಲಕ್ಷಣಗಳಿಗಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಬಹುದು (**ಸಸ್ಯ-ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆ** ಗಳ **ಮೇಲಿನ ಪರಿಶೀಲನೆಗಳ ಪಟ್ಟಿ**ಯನ್ನು ನೋಡಿ).

ಚಿತ್ರ 1. ಸಸ್ಯದ ಫ್ಲೋಯಂ ಸಾರವನ್ನು ಹೀರುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಸಸಿಹೇನುಗಳು ಸೂಜಿಯಂತಹ ತಮ್ಮ ಬಾಯಿಯ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಆತಿಥೇಯ ಸಸ್ಯದೊಳಗೆ ತೂರಿಸುತ್ತವೆ. ಕೃಪೆ: ಕೆಂಟ್ ಲೋಫ್ಲರ್, ಯುಎಸ್ ಕೃಷಿ ಇಲಾಖೆ, ವಿಕಿಮೀಡಿಯಾ ಕಾಮನ್ಸ್. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schizaphis_graminum_usda_(cropped).jpg. License: CC-BY.

ಸಸಿಹೇನುಗಳು ಮೊಸಾಯಿಕ್ ವೈರಸ್ ಮತ್ತು ಆಲೂಗಡ್ಡೆಯ ವೈರಸ್ ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಅಪಾಯಕಾರಿಯಾದ ಸಸ್ಯ ವೈರಸ್‌ಗಳನ್ನು, ಹೊತ್ತುತರಬಲ್ಲವು. ಈ ವೈರಸ್‌ಗಳು ಆಹಾರ ಹೀರುತ್ತಿರುವ ಸಸಿಹೇನಿನ ಮೂಲಕ ತಮ್ಮ ಆತಿಥೇಯ ಸಸ್ಯಗಳ ಒಳಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸಬಲ್ಲವು. ಸಸಿಹೇನುಗಳು ಮುತ್ತಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಬಲಹೀನವಾದ ಸಸ್ಯವು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ರೋಗಗಳಿಗೆ ಅಥವಾ ಬೇರೆ ರೋಗಗಳಿಗೆ ಬೇಗನೆ ತುತ್ತಾಗಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಸಸಿಹೇನು, ಸಸ್ಯಕ್ಕೆ ನಷ್ಟ ಉಂಟುಮಾಡಿ ತಾನು ಲಾಭ ಪಡೆಯುವುದರಿಂದ, ಸಸ್ಯ-ಸಸಿಹೇನು ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ವಾಸ್ತವ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಶತ್ರುತ್ವದ (ಪರಾವಲಂಬಿ) ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿದೆ.

ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆ

ಸಸಿಹೇನುಗಳು ಫ್ಲೋಯಂ ಸಾರವನ್ನು ಸೇವಿಸುವಾಗ, ಅವು ತಮ್ಮ ಮಲದ್ವಾರದಿಂದ ಅಂಟಾಗಿರುವ, ಸಕ್ಕರೆಯ ಅಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ, ಪೋಷಕಾಂಶಭರಿತ ದ್ರವವಾದ ಜೇನುಬಿಂದು(ಹನಿಡ್ಯೂ)ವನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ. ಇವು ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಭೇದಗಳ ಇರುವೆಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಹೇಗೆ? ಅಧ್ಯಯನಗಳು ಹೇಳುವಂತೆ, ಈ ಇರುವೆಗಳಲ್ಲಿ ನ ... ತ್ತವೆ (ಆಲ್ಫ್ಯಾಕ್ಟರಿ ಲೋಬ್ಸ್). ಇವು ಇರುವೆಗೆ ಜೇನಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲವು ಬಾಷ್ ... ಡ್ಸ್-ವಿಒಸಿ) ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು 'ವಾಸನೆ'ಯ ಮೂಲಕ ಗ್ರಹಿಸಲು ನೆರವಾಗುತ್ತವೆ (**ಸಂಚಿ 2** ...

ಈ ವಿಒಸಿಗಳು ಸಸಿಹೇನುಗಳ ಕರುಳಿನ ಒಳಪದರದ ಮೇಲೆ ವಾಸಿಸುವ ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತವೆ.[2] ಇರುವೆಗಳು ಜೇನುಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಸೇವಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಸಸಿಹೇನುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಿ ಅವುಗಳ ಆರೈಕೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ (**ಚಿತ್ರ 2** ನೋಡಿ). ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಇರುವೆ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಸಸಿಹೇನುಗಳ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಶತ್ರುಗಳನ್ನು ಹಿಮ್ಮೆಟ್ಟಿಸುತ್ತವೆ (ಬಾಕ್ಸ್ 2 ನೋಡಿ).[3,5] ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸಸಿಹೇನುಗಳನ್ನು ಬೇಟೆಯಾಡುವ ಅಥವಾ ಅದರ ದೇಹದೊಳಗೆ ಮೊಟ್ಟೆ ಇಡುವ ಲಾರ್ವಾ ಅಥವಾ ಪ್ರೌಢಾವಸ್ಥೆಯ ಜೀರುಂಡೆ (ಲೇಡಿಬರ್ಡ್ ಬೀಟಲ್), ಹಾರುಕೀಟಗಳು (ಹವರ್ ಫ್ಲೈಸ್), ಮತ್ತು ಪರಾವಲಂಬಿ ಕಣಜದ ಹುಳ, ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಕೀಟಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. (**ಚಿತ್ರ 3** ನೋಡಿ).

ಬಾಕ್ಸ್ 2. ಶಬ್ದಾರ್ಥ:

ಫ್ಲೋಯಂ ಸಾರ: ಸಸ್ಯದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಪೋಷಕಾಂಶ ಭರಿತ ಆಹಾರ ಸಂಪನ್ಮೂಲ. ಫ್ಲೋಯಂನ ಮೂಲಕ ಆಹಾರ ಸಾಗಾಟವಾಗುವ ಕ್ರಿಯೆಯ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ಹೆಸರಿಡಲಾಗಿದೆ (ಫ್ಲೋಯಂ ಎಂದರೆ ಸಸ್ಯದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಆಹಾರ ಸಾಗಾಟ ಮಾಡುವ ಒಂದು ಕೊಳವೆ ಮಾರ್ಗವಾಗಿದೆ), ಸಕ್ಕರೆ ಹಾಗೂ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳಿಂದ ಸಮೃದ್ಧವಾಗಿರುವ ಇದು ಸಸ್ಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಹಾಗೂ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ಪೋಷಣೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ವೊಲಟೈಲ್ ಆರ್ಗಾನಿಕ್ ಕಂಪೌಂಡ್ಸ್ (ವಿಒಸಿ-ಬಾಷ್ಪೀಭವಿಸುವ ಸಾವಯವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು)ಗಾಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಆರಿ ಹೋಗುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು. ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ಸಹವರ್ತನೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಕೀಟಗಳಿಂದ ಸ್ರವಿಸಲ್ಪಡುವ ಈ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವೆ ಸಂವಹನೆಗೆ ನೆರವಾಗುತ್ತವೆ.

ನೈಸರ್ಗಿಕ ಅಥವಾ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಶತ್ರುಗಳು: ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಭೇದವನ್ನು ಬೇಟೆಯಾಡುವ ಅಥವಾ ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಾವಲಂಬಿಗಳಾಗುವ ಪ್ರಭೇದಗಳು.

ಮರ್ಮೆಕೋಫಿಲಸ್ (ಇರುವೆ-ಪ್ರೇಮಿ) ಸಸಿಹೇನುಗಳು: ಎರಡು ಪದಗಳಿಂದ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಿರುವುದು- ಮರ್ಮೆಕೋ ಅಂದರೆ 'ಇರುವೆಗಳು'; ಮತ್ತು 'ಫಿಲಿ' ಅಂದರೆ ಪ್ರೇಮ ಎಂದರ್ಥ. ಈ ಪದವು ಇರುವೆಗಳಿಂದ ಸಲಹಲ್ಪಡುವ ಸಸಿಹೇನಿನ ಪ್ರಭೇದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ.

ಬಾಕ್ಸ್ 3: ನಿಮ್ಮ ಹಿತ್ತಲಿನಲ್ಲಿ ಇರುವ ಇರುವೆ ಹಾಗೂ ಇರುವೆಪ್ರೇಮಿ ಸಸಿಹೇನುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು: ಇರುವೆಗಳಿಗೆ ಇವು ನೆರವಿಗೆ ಬರಬಲ್ಲವು: http:// www.antkey.org/en ಮತ್ತು https://www. antweb.org/.
ಸಸಿಹೇನುಗಳಿಗೆ, ಇವುಗಳನ್ನು ನೋಡಿ: http:// aphid.aphidnet.org/credits.php ಅಥವಾ https://influentialpoints.com/Blog/How_to_identify_aphids_from_photos--the_basics.htm

ಈ ಎರಡೂ ಸಂಗಾತಿಗಳು ಈ ಸಹಬಾಳ್ವೆಯಿಂದ ಪ್ರಯೋಜನ ಪಡೆಯುವುದರಿಂದ, ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ವಾಸ್ತವ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರತೆಯ ಅಂದರೆ ಪರಸ್ಪರ ಅವಲಂಬನೆಯ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.[3,4,5] ಈ ರೀತಿಯ ಅವಲಂಬನೆಯು "ರಕ್ಷಣೆಗಾಗಿ ಆಹಾರದ ಪರಸ್ಪರಾವಲಂಬನೆ ಪರಸ್ಪರತೆ" ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.[5]

ಇಷ್ಟಾಗಿಯೂ, ಉಳಿದ ಹಲವಾರು ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆ ಗಳಂತೆಯೇ, ಇರುವೆ-ಸಸಿಹೇನು ಸಹಬಾಳ್ವೆಯೂ ಸಹ ಮೇಲುನೋಟಕ್ಕೆ ಕಾಣುವುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಕೀರ್ಣವೂ, ಚಲನಶೀಲವೂ ಆಗಿದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಇರುವೆಗಳು ಅವಕಾಶವಾದಿಯಾದ ಮೇವು ಹುಡುಕುವ ಜೀವಿಗಳಾಗಿವೆ- ಅವು ತಮ್ಮ ಸಮುದಾಯದ ಅಗತ್ಯಗಳ ಪೂರೈಕೆಗಾಗಿ ಏನು ಸಿಕ್ಕಿದರೂ ಕಬಳಿಸುತ್ತವೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಇರುವೆಗಳು ಸಸಿಹೇನುಗಳನ್ನು ಬೇಟೆಯಾಡುತ್ತವೆಯೇ ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆ ಬರಬಹುದು. ಹಾಗಾಗುವುದೂ ಉಂಟು, ಅವುಗಳ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಗತ್ಯವು ಶರ್ಕರಪಿಷ್ಟದ ಅಗತ್ಯವನ್ನು ಮೀರಿದಾಗ (ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಜೇನುಬಿಂದುವನ್ನು ಸೇವಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಪೂರೈಕೆಯಾಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ) ಹಾಗಾಗಬಹುದು. ಇಂತಹ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ, ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ಪರಸ್ಪರ ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿರುವುದರ ಬದಲಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ ಶತ್ರುತ್ವದ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ತಾಳುತ್ತವೆ. ಆದರೂ, ಅಧ್ಯಯನಗಳು ಹೇಳುವುದೇನೆಂದರೆ, ಇರುವೆಗಳು ಇರುವೆ-ಪ್ರೇಮಿ ಸಸಿಹೇನುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಇರುವೆ-ಪ್ರೇಮಿಗಳಲ್ಲದ ಸಸಿಹೇನುಗಳನ್ನು ಬೇಟೆಯಾಡುವುದನ್ನು ಇಷ್ಟಪಡುತ್ತವೆ (**ಬಾಕ್ಸ್ 3** ನೋಡಿ).[6] ಇದು ಮತ್ತೊಂದು ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಎಡೆ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ- ಈ ಎರಡು ವಿಭಿನ್ನ ಸ್ವರೂಪದ ಸಸಿಹೇನುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಇರುವೆಗಳಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು ಹೇಗೆ? ಅಧ್ಯಯನಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಪ್ರತಿ ಪ್ರಭೇದದ ಸಸಿಹೇನಿನ ದೇಹದ ವಾಸನೆಯಲ್ಲಿ ತನ್ನದೇ ಆದ, ಕ್ಯುಟಿಕ್ಯುಲಾರ್ ಹೈಡ್ರೋಕಾರ್ಬನ್‌ಗಳು (ಸಿಹೆಚ್‌ಸಿ) ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಸಿಹೆಚ್‌ಸಿಗಳ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿ, ಒಂದು ಸಸಿಹೇನಿನ ಪ್ರಭೇದ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಸಲಹುವ ಇರುವೆ ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ಸಹಬಾಳ್ವೆಯು ಅನಿವಾರ್ಯವಾಗಿರಬಹುದು (ಎರಡೂ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರುವುದು ಮತ್ತು ಒಂದಿಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೊಂದು ಬದುಕುಳಿಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಿರುವುದು) ಅಥವಾ ಅನುಮೋದಕ ರೀತಿಯದಾಗಿರಬಹುದು (ಅಂದರೆ ಇರುವೆ ಪ್ರಭೇದವು ಸಸಿಹೇನಿನ ಪ್ರಭೇದದ ಮೇಲೆ ಭಾಗಶಃ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿರುವುದು). ಈ ಸಿಹೆಚ್‌ಸಿಗಳು ಸಂಗಾತಿ ಇರುವೆ ಪ್ರಭೇದಕ್ಕೆ ಇರುವೆ-ಪ್ರೇಮಿ ಸಸಿಹೇನು ಮತ್ತು ಇರುವೆ-ಪ್ರೇಮಿಯಲ್ಲದ ಸಸಿಹೇನಿನ ನಡುವಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಲೂ ನೆರವಾಗಬಲ್ಲವು.[7]

ಸಸ್ಯ-ಇರುವೆ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆ

ಕೆಲವು ಇರುವೆ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಅತಿಥೇಯ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಸಾರ-ಹೀರದ ಕಂಬಳಿಹುಳಗಳು ಮತ್ತು ಜೀರುಂಡೆಗಳಂತಹ ಕೀಟಗಳ ವಿರುದ್ಧ ರಕ್ಷಣೆ ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವ ವಿಚಾರವನ್ನು ಸಸ್ಯಗಳು, ಇರುವೆಗಳು ಮತ್ತು ಸಸಿಹೇನುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೇಲಿನ ಅಧ್ಯಯನಗಳು ಬೆಳಕಿಗೆ ತಂದಿವೆ.[8] ಇನ್ನು ಹಲವು ಅಧ್ಯಯನಗಳು ಜೇನಬಿಂದುವಿನ ಸಂಗ್ರಹವು ಶಿಲೀಂದ್ರ ಸೋಂಕುಗಳಿಗೆ ಆಹ್ವಾನ ನೀಡುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಸಾಬೀತುಪಡಿಸಿವೆ. ಸಸ್ಯಗಳ ಮೇಲಿರುವ ಈ ಜೇನಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಸ್ವಚ್ಛಗೊಳಿಸುವ ಮೂಲಕ ಇರುವೆಗಳು ಶಿಲೀಂದ್ರ ಸೋಂಕುಗಳ ವಿರುದ್ಧವೂ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ರಕ್ಷಣೆ ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ.[9,10] ಅಂದರೆ ಸಸಿಹೇನುಗಳಿಂದ ಆತಿಥೇಯ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ಹಾನಿಯ ಹೊರತಾಗಿಯೂ ರಕ್ಷಣಾತ್ಮಕ ಇರುವೆಗಳ ಉಪಸ್ಥಿತಿಯು ಆತಿಥೇಯ ಸಸ್ಯಕ್ಕೆ ಇನ್ನಷ್ಟು ಹಾನಿಯಾಗುವುದರ ವಿರುದ್ಧ ರಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ. 3. ಕೆಲವು ಇರುವೆಗಳು ಸಸಿಹೇನುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಶತ್ರುಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಕೃಪೆ: ಜೆರ್ಸಿ ಗೊರೆಕಿ, ಪಿಕ್ಸಾಬೇ

URL: https://pixabay.com/photos/ants-aphids-kennel-leaf-macro-1271768/. ಪರವಾನಗಿ: CC0.

ಕೊನೆಯ ಮಾತು

ಸಸ್ಯ-ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳಂತಹ ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೇಲಿನ ವಿವರವಾದ ಅಧ್ಯಯನಗಳು ಇಂತಹ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸಂಕೀರ್ಣ ಹಾಗೂ ಚಲನಶೀಲ ಪ್ರಕೃತಿಯನ್ನು ಹಾಗೂ ಪರಿಸರ ಸಮತೋಲನದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನೆರವಾಗಬಲ್ಲವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕೆಲವು ಅಧ್ಯಯನಗಳು ತೋರಿಸುವಂತೆ ಇರುವೆಗಳಿಗೆ ಸಸಿಹೇನುಗಳ ಸಂಪರ್ಕದ ಅವಕಾಶವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿದಾಗ (ಟ್ಯಾಂಗಲ್‌ಫುಟ್‌ನಂತಹ ಅಂಟಾದ ಕೀಟತಡೆಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು), ಸಸಿಹೇನಿನ ಸಮುದಾಯದ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಇಳಿಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಸಸಿಹೇನುಗಳ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಶತ್ರುಗಳಾದ ಕೀಟಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಅತಿಥೇಯ ಸಸ್ಯದ ಭಕ್ಷಣೆಯನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಇದು ಅತಿಥೇಯ ಸಸ್ಯದ ಹಾಗೂ ಸಸಿಹೇನುಗಳ ಆರೋಗ್ಯದ ಮೇಲೂ ಪ್ರಭಾವಬೀರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಹೊರಗುಳಿದ ಇರುವೆ-ಪ್ರೇಮಿ ಇರುವೆಗಳು ಕೀಟಬೇಟೆಯ ಕಡೆಗೆ ಒಲವು ತೋರುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಅಂದರೆ ಅವು ಶರ್ಕರಪಿಷ್ಟ ಆಹಾರದ ಬದಲು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಮೃದ್ಧ ಆಹಾರದ ಕಡೆಗೆ ವಾಲುವ ಆಹಾರ ಸಂಗ್ರಹ ವರ್ತನೆಯ ಕಡೆಗೆ ಹೊರಳುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಇದು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶೋಧನೆಗಳ ಮೂಲಕ ಸಸ್ಯ-ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕುರಿತಾಗಿ ಪರಿಸರ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡುಕೊಂಡ ಕೆಲವು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ಒಳನೋಟಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪರಿಚಯಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ, ಮಕ್ಕಳ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಬರುವ ಇಂತಹ ವಿಚಾರಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲ ಮೂಡುವಂತೆ, ಅವರು ಆಸಕ್ತಿ ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಜೊತೆಗೆ ಇದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶೋಧನೆಯ ಸ್ವಭಾವ ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ಕುರಿತಾದ ಅವರ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಗಟ್ಟಿಗೊಳಿಸಬಹುದು ಹಾಗೂ ವಿಸ್ತರಿಸಲೂಬಹುದು.

ಪ್ರಮುಖ ಕಲಿಕೆಗಳು

- ತಮ್ಮದೇ ವಾಸಸ್ಥಳದ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ವಾಸ್ತವ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಸಸ್ಯ-ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯಯನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸುವುದು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪರಿಚಯಿಸುವಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಿಸರ ಸಮತೋಲನವನ್ನು ಕಾಯ್ದುಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನೆರವಾಗಬಲ್ಲದು.
- ಸಸ್ಯ-ಸಸಿಹೇನು ಸಂಬಂಧವು ಶತ್ರುತ್ವದ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಯ ಒಂದು ಅರ್ಥೈಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಅದೇ, ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆ ಸಂಬಂಧವು ಪರಸ್ಪರ ಲಾಭದಾಯಕವಾದ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಅದ್ಭುತ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ.
- ಇರುವೆಗೆ ಈ ಸಂಬಂಧದಿಂದ ಬರುವ ಲಾಭ ಅಧಿಕವಾಗಿ ಇರುವ ತನಕ ಮಾತ್ರ ಸಸಿಹೇನು-ಇರುವೆಯ ಸಂಬಂಧವು ಉಳಿದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ಎಷ್ಟು ಸಂಕೀರ್ಣ ಹಾಗೂ ಚಲನಶೀಲವಾಗಿದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಹೀಗೆ, ಸನ್ನಿವೇಶಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಬದಲಾಗುವ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು.
- ಇಂತಹ ಅಂತರ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಬಳಸುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಕುರಿತು ವಿವರಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳುವ ಮೂಲಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶೋಧನೆಯ ಸ್ವಭಾವ ಮತ್ತು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ವಿಸ್ತಾರಗೊಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.

ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು: ಲೇಖಕರು ಧನಸಹಾಯಕ್ಕಾಗಿ ಜೈವಿಕ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಇಲಾಖೆ (ಡಿಬಿಟಿ), ಭಾರತ ಸರಕಾರಕ್ಕೆ ಆಭಾರಿಯಾಗಿದ್ದಾರೆ (Project No. DBT-NER/Agri/24/2013 dated 30/03/2015). ನಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಸಹಯೋಗ ನೀಡಿರುವ ನ್ಯಾಶನಲ್ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಬಯಲಾಜಿಕಲ್ ಸಯನ್ಸಸ್ (ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನ ಕೇಂದ್ರ-ಎನ್‌ಸಿಬಿಎಸ್), ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆ (ಐಐಎಸ್‌ಸಿ), ಮತ್ತು ಕೃಷಿ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ (ಯುಎಎಸ್), ಬೆಂಗಳೂರು ಇವರಿಗೆ ಅವರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ನಡೆಸಿರುವ ಕಾರ್ಯಗಾರ ಮತ್ತು ತರಬೇತಿ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಿಗಾಗಿ ಕೃತಜ್ಞತೆ ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತೇವೆ. ಈ ಹಸ್ತಪ್ರತಿಯ ತಯಾರಿಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಅಮೂಲ್ಯ ಸಲಹೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿರುವ ಡಾ. ಶಾನನ್ ಬಿ ಓಲ್ಸನ್ **(Dr. Shannon B. Olsson),** ಡಾ. ಜಾಯ್‌ಶ್ರೀ ಚಾನಂ **(Dr. Joyshree Chanam),** ಡಾ. ಲೂಸಿ ನಾಂಗ್ರೈ (Dr. Lucy Nongbri) ಡಾ. ದಿಬ್ಯೇಂದು ಅಧಿಕಾರಿ (Dr. Dibyendu Adhikari), ಡಾ. ರಘುವರ್ ತಿವಾರಿ (Dr. Raghuvar Tiwary), ಸತ್ಯಜೀತ್ ಗುಪ್ತಾ (Satyajeet Gupta), ಮತ್ತು ಅನಿತಾ ಗುಪ್ತಾ (Anita Gupta) ಇವರುಗಳಿಗೆ ಹೃದಯಾಂತರಾಳದ ಧನ್ಯವಾದಗಳು. ಅಗತ್ಯವಿದ್ದಾಗ ನೆರವು ನೀಡಿ ಸಹಕರಿಸಿದ ಪ್ರೊ. ಉಮಾ ರಾಮಕೃಷ್ಣನ್ (Prof. Uma Ramakrishnan), ಡಾ. ಧ್ರುಬ ಶರ್ಮಾ (Dr. Dhruba Sharma) ಮತ್ತು ಡಾ. ಅರ್ಕಮಿತ್ರ ವಿಷ್ಣು (Dr. Arkamitra Vishnu) ಇವರಿಗೆ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳು. ಶಿಲಾಂಗಿನ ಈಶಾನ್ಯ ಪರ್ವತ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗದ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರು, ಲಖ್ನೋವಿನ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯ ನಿರ್ದೇಶಕರು, ಇವರು ನೀಡಿರುವ ಅಗತ್ಯ ಸೌಲಭ್ಯಗಳಿಗಾಗಿ ಧನ್ಯವಾದಗಳು.

ಸೂಚನೆ: ಲೇಖನ ಶೀರ್ಷಿಕೆಯ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗಿರುವ ಚಿತ್ರದ ಮೂಲ: : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ant_guards_its_Aphids.jpg. Credits: viamoi, Wikimedia Commons. License: CC-BY.

ಪರಾಮರ್ಶನ ಲೇಖನಗಳು:

1. Douglas AE. The nutritional physiology of aphids. Advances in Insect Physiology. 2003: 73-140. URL: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0065280603310021.
2. Fischer CY, Lognay GC, Detrain C, Heil M, Grigorescu A, Sabri A, et al. Bacteria may enhance species association in an ant-aphid mutualistic relationship. Chemoecology. 2015; 25 (5): 223-32.
3. Powell BE, Silverman J. Impact of *Linepithema humile* and *Tapinoma sessile* (Hymenoptera: Formicidae) on three natural enemies of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae). Biol. Control. 2010; 54 (3): 285-91. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.05.013
4. Del-claro K, Oliveira PS. Conditional outcomes in a neotropical treehopper-ant association: temporal and species-specific variation in ant protection and homopteran fecundity. Oecologia. 2000; 124: 156-65.
5. Kaplan Ian, Eubanks MD. Disruption of cotton aphid (Homoptera: Aphididae) — natural enemy dynamics by red imported fire ants

(Hymenoptera: Formicidae). Community Ecosyst Ecol. 2002; 31(6): 1175–83.

6. Novgorodova TA. Ant-aphid interactions in multispecies ant communities: some ecological and ethological aspects. Eur J Entomol. 2005; 102 (3): 495–501. URL: http://www.eje.cz/doi/10.14411/eje.2005.071.html.
7. Lang, C., and Menzel, F. *Lasius niger* ants discriminate aphids based on their cuticular hydrocarbons. Animal Behavior 2011; 82: 1245–1254.
8. Buckley RC. Interactions involving plants, Homoptera, and ants. Ann Rev Ecol Syst. 1987; 18: 111–35.
9. Renault CK, Buffa LM, Delfino MA. An aphid–ant interaction: effects on different trophic levels. Ecol Res. 2005; 20 (1): 71–74. URL: http://doi. wiley.com/10.1007/s11284-004-0015-8.
10. Völkl W, Woodring J, Fischer M, Lorenz MW, Hoffmann KH. Ant-aphid mutualisms: the impact of honeydew production and honeydew sugar composition on ant preferences. Oecologia. 1999; 118: 483–91.