ಸಾಗುತ್ತಿರುವ ವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ಸಾಕ್ಷಿಯಾಗಿ

ಶಂಪಾ ಎಂ. ಘೋಷ್

ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಯ್ಕೆ ಮತ್ತು ವಿಕಾಸವು ಯುಗಗಳಾಚೆಗೆ ಸಂಭವಿಸಿದ್ದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ನಮ್ಮ ಮುಂದಿಡುತ್ತವೆ. ವಿಕಾಸವು ಸಂಭವಿಸುತ್ತಿರುವಾಗಲೇ ನಾವದನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸಬಹುದೇ? ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಿಕಾಸದ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನಾವು ಇಂತಹ ಅವಲೋಕನಗಳನ್ನು ಬಳಸಬಹುದೇ?

ವಿಕಾಸವೆಂದರೆ ಮಿಲಿಯಗಟ್ಟಲೆ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ನಡೆದ ಒಂದು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಎನ್ನುವ ಗ್ರಹಿಕೆಯೇ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಡೈಕ್ಲೋರೋಡೈಫಿನೈಲ್‌ಟ್ರೈಕ್ಲೋರೋಈಥೇನ್(ಡಿಡಿಟಿ)ಗೆ ಸೊಳ್ಳೆಗಳಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ಪ್ರತಿರೋಧ ಮತ್ತು ಜಗತ್ತಿನಾದ್ಯಂತ ಸಾಂಕ್ರಮಿಕ ಕಾಯಿಲೆಗೆ ಕಾರಣವಾದ ನೂತನ ಕೊರೊನಾ ವೈರಸ್–ಇವು ವಿಕಾಸವು ಸದಾ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ತೋರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಕೇವಲ ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆಗಳಷ್ಟೇ. ಅದು ಈ ಕ್ಷಣದಲ್ಲೂ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇದೆ.

ವಿಕಾಸವನ್ನು ನಾವು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದು ಹೇಗೆ? ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನವರಿಗೆ ಇತಿಹಾಸಪೂರ್ವ ಪಳೆಯುಳಿಕೆಗಳ ತನಿಖೆ ಮಾಡುವ ಅಧ್ಯಯನ (ಪೇಲಿಯೆಂಟಾಲಜಿ–ಪಳೆಯುಳಿಕೆ ಶಾಸ್ತ್ರ)ಗಳ ಕುರಿತಾದ ಅರಿವಿದೆ ಅಥವಾ ವಿಭಿನ್ನ ಪ್ರಭೇದಗಳ ತುಲನೆ ಮಾಡುವ ಅಧ್ಯಯನ (ತುಲನಾತ್ಮಕ ಅಧ್ಯಯನ)ಗಳ ಕುರಿತಾದ ಅರಿವಿದೆ. ಆದರೆ ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅವು ಸಂಭವಿಸುತ್ತಿರುವಂತೆಯೇ, ಸಂಶೋಧನಾಲಯದ ನಿಯಂತ್ರಿತ ವಾತಾವರಣಗಳಲ್ಲಿ, 'ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವಿಕಾಸ' ಎನ್ನುವ ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ಹಾದಿಯ ಮೂಲಕ ಅಭ್ಯಸಿಸಬಹುದು ಎನ್ನುವುದರ ಅರಿವು ಕೇವಲ ಕೆಲವರಿಗೆ ಮಾತ್ರವಿದೆ. ಇದನ್ನು ಮಾಡಬೇಕಾದರೆ, ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿದ ಜೀವಿಗಳ ಗುಂಪನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಯ್ಕೆಯ ಒತ್ತಡಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾಗಿಸಿ, ಈ ಒತ್ತಡಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನೆಯಾಗಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಯಾವುದೇ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಹಲವು ತಲೆಮಾರುಗಳವರೆಗೆ ಹಿಂಬಾಲಿಸಿ ನೋಡಬೇಕಿದೆ. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜೀವಿಗಳೆಂದರೆ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ, ಜಂತು ಹುಳಗಳು, ನೊರಜುಗಳು, ಇತ್ಯಾದಿ (ಚಿತ್ರ. 1 ನೋಡಿ). ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಈ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸುವುದು ಸುಲಭವಾಗಿರುವುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಅವಧಿ ಅಲ್ಪವಾಗಿದ್ದು, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅವುಗಳ ವಂಶವಾಹಿಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಅಂದರೆ ಈ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗಬಹುದಾದ ಯಾವುದೇ ವಿಕಾಸದ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಕೆಲವೇ ತಿಂಗಳುಗಳ ಒಳಗೆ ಅಥವಾ ವರ್ಷಗಳ ಒಳಗೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುವುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಅವುಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವ ಆನುವಂಶಿಕ ಅಂಶಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬಹು ಸುಲಭದಲ್ಲಿ ಪತ್ತೆ ಮಾಡಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಉದಾಹರಣೆ 1: "ಮುಂದೂಡಲ್ಪಟ್ಟ ವಯಸ್ಸಾಗುವಿಕೆ"ಯ ವಿಕಾಸ.

ನಮಗೆ ವಯಸ್ಸಾಗುವುದು ಏಕೆ? ಇದು ನಮ್ಮನ್ನು ಶತಮಾನಗಳಿಂದ ಕಾಡಿರುವ ಪ್ರಶ್ನೆ. ವಿಕಾಸ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನವು ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಂದು ವಿವರಣೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ, ಅದೆಂದರೆ ವಯಸ್ಸಾಗುವಿಕೆಯ ವಿಕಾಸದ ತತ್ತ್ವ. ಯಾವುದೇ ಗುಂಪಿನ ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಯಶಸ್ಸಿಗೆ ಗಣನೀಯ ಕೊಡುಗೆ ಬರುವುದು ಅದರ ಯುವ ಪೀಳಿಗೆಯಿಂದವೆಂಬುದೇ ಈ ತತ್ವದ ಆಧಾರ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಒಂದು ಜೀವಿಯು

ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿಯ ವಯಸ್ಸಿಗೆ ಬರುವುದಕ್ಕೆ ಮುನ್ನವೇ ಸತ್ತು ಹೋದಲ್ಲಿ, ಅದರೊಂದಿಗೆ ಅದರ ವಂಶವಾಹಿಯೂ ಸಾಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ಯುವ ಪೀಳಿಗೆಯು ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ವಯಸ್ಸಿಗೆ ಬರುವವರೆಗೆ ಜೀವಂತವಾಗಿರುವುದನ್ನು ಮತ್ತು ಆರೋಗ್ಯವಂತ ಶಿಶುಗಳಿಗೆ ಜನ್ಮ ನೀಡುವುದನ್ನು ಖಾತ್ರಿ ಪಡಿಸುವ ವಂಶವಾಹಿಗಳು ಹಾಗೂ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಯ್ಕೆಯು ಮಹತ್ವ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಒಮ್ಮೆ ಒಂದು ಜೀವಿಯು ಪ್ರಬುದ್ಧವಾಗುವಷ್ಟು ಮತ್ತು ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವಷ್ಟು ಕಾಲ ಬದುಕುಳಿಯುತ್ತದೆ ಎಂದಾದಲ್ಲಿ, ಅದರ ಮೇಲಿನ ಆಯ್ಕೆಯ ಒತ್ತಡವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ತದನಂತರ ಅದು ಮರಣಿಸಿದರೂ, ಅದರ ವಂಶವಾಹಿಗಳು ಆಗಲೇ ಮುಂದಿನ ಪೀಳಿಗೆಗೆ ಹರಿದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ, ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಸಮರ್ಥವಾಗಿರಿಸುವ ಆಯ್ಕೆಯ ಒತ್ತಡವು ವಯಸ್ಸಾದಂತೆ ಬಲಹೀನವಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅಪಾಯಕಾರಿಯಾದ, ತಡವಾಗಿ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲವಾಗುವ ವಂಶವಾಹಿಗಳು ಪ್ರಭೇದದೊಳಗೆ ಉಳಿದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದು ಜೀವಿಯಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟುಹಾಕುತ್ತದೆ, ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಜೀವಕೋಶದೊಳಗೆ ಉತ್ಕರ್ಷಣದಿಂದಾದ (ಆಕ್ಸಿಡೇಟಿವ್) ಹಾನಿಗಳ ಸಂಗ್ರಹ ಅಥವಾ ದೇಹದ ಭಾಗಗಳ ದುರ್ಬಲಗೊಳ್ಳುವಿಕೆ, ಇತ್ಯಾದಿ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಜೀವಿಯ ಆರೋಗ್ಯವು ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಬಲಹೀನವಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದು ವೃದ್ಧಾಪ್ಯ ಹಾಗೂ ಇಳಿ ವಯಸ್ಸಿಗೆ ದಾರಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ನಾವು ವಯಸ್ಸಾಗುವುದನ್ನು ಮುಂದೂಡಲು ಮತ್ತು ಜೀವಿತಾವಧಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೇ? ಅಮೆರಿಕಾದ ಅರ್ವಿನ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲಿಫೋರ್ನಿಯಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಮೈಕಲ್ ರೋಸ್ (Michael Rose) ಇವರು ನೊರಜು ಡ್ರೊಸೊಫಿಲಾ ಮೆಲನೊಗ್ಯಾಸ್ಟರ್ (ಚಿತ್ರ 2 ನೋಡಿ)ನಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರು. ಒಂದು ಪ್ರಬುದ್ಧ ನೊರಜಿನ ಸರಾಸರಿ ಜೀವಿತಾವಧಿಯು ಸುಮಾರು 35–40 ದಿನಗಳು. ಹೆಣ್ಣು ತನ್ನ ಜೀವಿತಾವಧಿಯುದ್ದಕ್ಕೂ ಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನಿಡುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ನೊಣಕ್ಕೆ ವಯಸ್ಸಾದಂತೆ ಅದು ಇಡುವ ಮೊಟ್ಟೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಕುಗ್ಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಇವು ಮೊಟ್ಟೆ ಇಡುವ ವಯಸ್ಸನ್ನು ತಡ ಮಾಡಲು ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ಪೀಳಿಗೆಯಲ್ಲೂ ಇದನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಲು ರೋಸ್ ನಿರ್ಧರಿಸಿದರು. ಈ ಸಮೂಹದ ನೊಣಗಳು ಎರಡು ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ವಿಕಾಸವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ಅವರು ಮುನ್ನಂದಾಜು ಮಾಡಿದರು – ಅವೆಂದರೆ, ನಿಧಾನಗತಿಯ ವಯಸ್ಸಾಗುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚು ದೀರ್ಘವಾದ ಜೀವಿತಾವಧಿ. ಏಕೆ? ಏಕೆಂದರೆ, ಇಂತಹ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ, ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಯ್ಕೆಯು ಹೆಚ್ಚು ದೀರ್ಘ ಕಾಲ ಬಾಳುವ, ಹೆಚ್ಚು ಸಧೃಡವಾದ ಮತ್ತು ಅದೇ ವಯಸ್ಸಿನ ಇತರ ನೊಣಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಮೊಟ್ಟೆ ಇಡುವ ನೊಣಗಳನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ತನ್ನ ಮುನ್ನಂದಾಜನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು, ರೋಸ್ ಮತ್ತು ಆತನ ಸಹಚರರು ನೊರಜುಗಳ 5 ಪುನರಾವರ್ತಿತ ಸಮುದಾಯಗಳೊಂದಿಗೆ ಆರಂಭಿಸಿದರು. ಈ ಐದು ಪ್ರತಿಗಳು ಪ್ರಕೃತಿಯಿಂದ ಸೆರೆ ಹಿಡಿದ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ನೊರಜುಗಳ ಸಮುದಾಯದಿಂದ ಪಡೆದುದಾಗಿದ್ದವು. ಇದು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಾಗುವ, ತಮ್ಮೊಳಗೇ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ನೊರಜುಗಳ ಹಲವು ಸಮುದಾಯಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವಿಭಿನ್ನತೆಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತಿವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಲೋಸುಗವಾಗಿತ್ತು. ಈ ಸಮುದಾಯಗಳನ್ನು ಅವರು ಬಿ (ಬೇಸ್ ಅಥವಾ ‘ಮೂಲ’) ಮತ್ತು ಒ (ಓಲ್ಡ್ ಅಥವಾ ಹಳೆಯ) ಎಂಬ ಎರಡು ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದರು. ಬಿ ಸಮುದಾಯದ ನೊರಜುಗಳ ಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಸಹಜ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯ ವಯೋಮಾನದಲ್ಲೇ

ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಯಿತು. ತದ್ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಒ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿನ ಅತ್ಯಂತ ವಯಸ್ಸಾದ ಜೀವಂತ ನೊರಜುಗಳ ಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಮುಂದಿನ ಸಂತತಿಯನ್ನು ಬೆಳೆಸಲು ಬಳಸಲಾಯಿತು. ಹಾಗೂ ಆ ವಯಸ್ಸಿಗಿಂತ ಮೊದಲು ನೊರಜುಗಳು ಇಟ್ಟ ಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಕೈಬಿಡಲಾಯಿತು.ಒ ಸಮುದಾಯಗಳ ಪ್ರತಿ ಸಂತತಿಯಲ್ಲೂ ಮೊಟ್ಟೆಗಳ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ವಯಸ್ಕ ನೊರಜುಗಳ ಮೊಟ್ಟೆಗಳಿಗೆ ಸೀಮಿತವಾಗಿಸಿ ಈ ಆಯ್ಕೆಯ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಹಲವು ಪೀಳಿಗೆಗಳ ಕಾಲ ಪುನರಾವರ್ತಿಸಲಾಯಿತು.

ಒ ಸಮುದಾಯದ ನೊರಜುಗಳು ಈ ತಡ–ವಯಸ್ಸಿನ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಆಯ್ಕೆಗೆ ವೇಗವಾಗಿ ಸ್ಪಂದಿಸಿದವು. ರೋಸ್ ಊಹಿಸಿದಂತೆ ಅವು ಹೆಚ್ಚು ವಯಸ್ಸಾದ ನಂತರ ಹೆಚ್ಚು ಮೊಟ್ಟೆ ಇಡುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ವಿಕಾಸ ಮಾಡಿಕೊಂಡವು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಅಧ್ಯಯನ ಸಾಗುತ್ತಿರುವ ಕಾಲಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಜೀವಿತಾವಧಿಯೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಾ ಹೋಯಿತು.ಒಂದು ದಶಕದ (~75 ಪೀಳಿಗೆಗಳ) ಆಯ್ಕೆ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ನಂತರ, ಒ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿನ ನೊರಜುಗಳ ಸರಾಸರಿ ಜೀವಿತಾವಧಿಯು ಬಿ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿನ ನೊರಜುಗಳ ಜೀವಿತಾವಧಿಯ ದುಪ್ಪಟ್ಟಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿತ್ತು. ಇತ್ತೀಚೆಗಿನ ವರದಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಒ ಸಮುದಾಯಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ನೊರಜಿಗಿಂತ ನಾಲ್ಕು ಪಟ್ಟು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಬದುಕುಳಿಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ವಿಕಾಸ ಮಾಡಿಕೊಂಡಿವೆ!

ನೊರಜುಗಳ ಜೀವನ ಚಕ್ರ

ಚಿತ್ರ 1. 25 °C ಯಲ್ಲಿ ನೊರಜುಗಳಲ್ಲಿ ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಸಮಯ ಕೇವಲ 10–12 ದಿನಗಳು. ಅಂದರೆ, ಒಂದು ಯುಗ್ಮಜ (ಜೈಗೋಟ್) ಪ್ರಬುದ್ಧ ನೊಣವಾಗಿ ಬೆಳೆಯಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲ ಕೇವಲ 10–12 ದಿನಗಳು. ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಹಲವು ಹಂತಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ– ಭ್ರೂಣ (ಎಂಬ್ರಿಯೋ), ಲಾರ್ವಾ (ಮೊದಲ ಇನ್ಸ್ಟಾರ್, ಎರಡನೆಯ ಇನ್ಸ್ಟಾರ್ ಮತ್ತು ಮೂರನೆಯ ಇನ್ಸ್ಟಾರ್), ಪ್ಯೂಪ, ಮತ್ತು ಪ್ರಬುದ್ಧ. ಕೃಪೆ: Image Editor, Flickr. URL: https://www.flickr.com/photos/11304375@N07/2993342324. License: CC-BY.

ಚಿತ್ರ 2. ಬಾಳೆಹಣ್ಣನ್ನು ಸವಿಯುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ಪ್ರಬುದ್ಧ ನೊರಜು (ಡ್ರೋಸೊಫಿಲ ಮೆಲನೋಗ್ಯಾಸ್ಟರ್). ಕೃಪೆ: ಸಂಜಯ ಆಚಾರ್ಯ, ವಿಕಿಮೀಡಿಯಾ ಕಾಮನ್ಸ್. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Drosophila_melanogaster_Proboscis.jpg. License: CC-BY

ರೋಸ್, ಈ ದೀರ್ಘ ಕಾಲ ಬದುಕುವ ನೊರಜುಗಳ ಸಮುದಾಯಕ್ಕೆ “ಮೆಥುಸೆಲಾ ನೊರಜುಗಳು’ ಎಂದು ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಿದ. ಹೀಬ್ರೂ (ಯಹೂದೀ) ಬೈಬಲಿನ ಪ್ರಕಾರ ಅತ್ಯಂತ ದೀರ್ಘಕಾಲ ಬಾಳಿದ ವ್ಯಕ್ತಿಯೇ ಮೆಥೂಸೆಲಾ. ಆದರೆ, ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರವಲ್ಲ. ಇದರ ಜೊತೆ–ಜೊತೆಗೆ ಒ ನೊಣಗಳು ಇನ್ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ಚಯಾಪಚಯ ದಾಸ್ತಾನು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಹಸಿವು, ನಿರ್ಜಲೀಕರಣ, ಹಾಗೂ ಉತ್ಕರ್ಷಣದ ಒತ್ತಡಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನೂ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದವು. ಫಲಿತಾಂಶವಾಗಿ, ಈ ನೊಣಗಳು

ಡ್ರೊಸೊಫಿಲಾದ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಯಸ್ಸಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಎಳವೆಯಲ್ಲೇ ಉಳಿದವು. ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಯ್ಕೆಯು ವಯಸ್ಕ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲವಾಗಿ ಉಳಿದಲ್ಲಿ ವಯಸ್ಸಾಗುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಮುಂದೂಡಬಹುದು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ತೋರಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ವಯಸ್ಸಾಗುವಿಕೆಯ ವಿಕಾಸದ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಬೆಂಬಲಿಸಿದವು.

ಉದಾಹರಣೆ 2: ಹೆಚ್ಚು ವೇಗದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ವಿಕಾಸ

ನಾವು ಒಂದು ಜೀವಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಅವಧಿಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಹುದೇ? ಡ್ರೊಸೊಫಿಲದಂತಹ ಕೀಟಗಳನ್ನು ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲೇ ಅವಲೋಕಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಒಂದು ಉತ್ತರವು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಕೀಟಗಳು ಕೊಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಹಣ್ಣುಗಳ ಒಳಗೆ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ. ಲಾರ್ವಾಗಳು ಬೆಳೆಯುವಾಗ, ಅವು ಆಹಾರಕ್ಕಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ ಸ್ಪರ್ಧೆಗಿಳಿಯುತ್ತವೆ. ಅವು ತಮ್ಮ ವಿಷಯುಕ್ತ ತ್ಯಾಜ್ಯಗಳನ್ನು ಹಣ್ಣಿನೊಳಗೆ ವಿಸರ್ಜಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಅದನ್ನು ತಿನ್ನಲು ಮತ್ತಷ್ಟು ಅನರ್ಹವಾಗಿಸುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ, ಉಳಿದೆಲ್ಲವೂ ಸಮನಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಇತರ ಕೀಟಗಳಿಗಿಂತ ಬೇಗನೆ ಪ್ರಬುದ್ಧತೆಗೆ ಬರುವ ಕೀಟಗಳಿಗೆ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಯ್ಕೆಯು ಆದ್ಯತೆ ನೀಡುವುದನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಈ ವಾದವನ್ನು ಬಳಸಿ, 1990ರ ದಶಕದಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಸಂಶೋಧನಾ ಗುಂಪುಗಳು ಸಹಜವಾಗಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಬೇಗನೆ ಬೆಳೆದ ನೊರಜುಗಳ ಸಮುದಾಯವನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಬೆಳೆಸಿದವು.ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗುಂಪಿನ ಮುಖ್ಯಸ್ಥರಾಗಿದ್ದವರು ಭಾರತದ ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿರುವ ಜವಾಹರಲಾಲ್ ನೆಹರೂ ಸೆಂಟರ್ ಫಾರ್ ಅಡ್ವಾನ್ಸ್ಡ್ ಸೈಂಟಿಫಿಕ್ ರಿಸರ್ಚ್ (JNCASR) ನ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾದ ಅಮಿತಾಭ್ ಜೋಶಿಯವರು.

ಜೋಶಿಯವರ ಗುಂಪು ನಾಲ್ಕು ಪ್ರತಿ ಡ್ರೊಸೊಫಿಲಾ ಸಮುದಾಯಗಳನ್ನು (ಜೆಬಿ –ಅಂದರೆ ಜೋಶಿ ಬೇಸ್‌ಲೈನ್ ಸಮುದಾಯ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿತ್ತು) ಈ ಕೆಳಗಿನ ಆಯ್ಕೆ ಪದ್ಧತಿಗೆ ತುತ್ತಾಗಿಸಿದರು–ಪ್ರತಿ ಪೀಳಿಗೆಯಲ್ಲೂ ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ನೊರಜುಗಳಲ್ಲಿ ಕೇವಲ 25% ಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಗೆ ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಡಲಾಯಿತು. ಉಳಿದ 75% ವನ್ನು ಕೈಬಿಡಲಾಯಿತು. ಜೊತೆಗೆ, ಈ ನೊಣಗಳಿಗೆ ನಿಯಂತ್ರಣ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿರುವ ನೊಣಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿಯೇ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಗೆ ಅನುವು ಮಾಡಲಾಯಿತು. ಇದು ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಬೇಗನೆ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಾಗುವಂತಹ ಆಯ್ಕೆಯ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹೇರಿತು. ಏಕೆಂದರೆ ಹಾಗೆ ಮಾಡದಿರುವ ನೊಣಗಳಿಗೆ ತಮ್ಮ ವಂಶವಾಹಿಯನ್ನು ಮುಂದಿನ ಪೀಳಿಗೆಗೆ ದಾಟಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದಾಯಿತು. 100ನೆಯ ಪೀಳಿಗೆಗಾಗುವಾಗ, ಈ ಎಫ್‌ಇಜೆ (ಫಾಸ್ಟ್‌ಗ್ರೊಯಿಂಗ್, ಅರ್ಲೀ ರಿಪ್ರೊಡ್ಯೂಸಿಂಗ್, ಜೆಬಿ ಡಿರೈವ್ಡ್ ಅಂದರೆ, ವೇಗವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವ, ಬೇಗನೆ ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ, ಜೆಬಿಯಿಂದ ಸೃಜಿಸಲ್ಪಟ್ಟ) ನೊಣಗಳ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿ, ಮೊಟ್ಟೆಯಿಂದ ಪ್ರಬುದ್ಧತೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಸಮಯ ಅವುಗಳ ಹಿರಿ ತಲೆಮಾರಿನಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಸಮಯದ 3/4 ಭಾಗವಾಗಿತ್ತು!

ಆದರೆ ಆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕಾಗಿ ಅವರು ಭಾರೀ ಬೆಲೆ ತೆರಬೇಕಾಯಿತು– ಹೆಚ್ಚಿನ ಲಾರ್ವಾಗಳ ಮರಣ, ಕುಗ್ಗಿದ ಕೊಬ್ಬಿನ ಸಂಗ್ರಹ, ಕುಗ್ಗಿದ ಒತ್ತಡ ಪ್ರತಿರೋಧ, ಕುಂಠಿತಗೊಂಡ ವಂಶೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು, ಹಾಗೂ ಇನ್ನೂ ಹಲವಾರು. ಇದೇಕೆಂದರೆ ಡ್ರೊಸೊಫಿಲಾದ ಜೀವನ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಕಾಲಾವಧಿಯು ಅತ್ಯಂತ ಮಹತ್ವದ್ದಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಲಾರ್ವಾವಾಗಿ, ನೊರಜು ಹೊಟ್ಟೆಬಾಕನಂತೆ ಆಹಾರ ಸೇವಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೊಂದಿದ್ದು, ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ. ಆದರೆ

ರೂಪಾಂತರಕ್ಕಾಗಿ ಒಮ್ಮೆ ಪ್ಯೂಪಾದ ಕವಚದಲ್ಲಿ ಆವರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ನಂತರ, ಲಾರ್ವಾ ತನ್ನ ದೇಹದ ತೂಕದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು ಒಂದು ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕೀಟವಾಗಿ, ನೊಣದ ಕಠಿಣವಾದ ಹೊರ ಕವಚವು (ಎಕ್ಸೋಸ್ಕೆಲಿಟನ್) ಹೆಚ್ಚಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ತಡೆಯುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಒಂದು ಪ್ರಬುದ್ಧ ನೊಣದ ಜೀವಮಾನದುದ್ದಕ್ಕೂ ಅದರ ಗಾತ್ರ ಹಾಗೂ ಶಕ್ತಿಯ ಅಗತ್ಯಗಳು, ಅದು ಲಾರ್ವಾ ಹಂತದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಆಹಾರ ಸೇವನೆಗೆ ಹೂಡಿದ ಸಮಯವನ್ನು ಅತಿಯಾಗಿ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿಯೇ, ಎಫ್‌ಇಜೆ ನೊಣಗಳಲ್ಲಿ ತ್ವರಿತ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ಕುಂಠಿತಗೊಂಡ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಹಾಗೂ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿಯ ಸಂಚಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ ಹಾಗೂ ಇದು ಮೊಟ್ಟೆಯ ಉತ್ಪಾದನೆಯೂ ಸೇರಿದಂತೆ ವಿವಿಧ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಶಕ್ತಿಯ ಹಂಚಿಕೆ ಕುಗ್ಗಲು ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಇತರ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರದೆ, ಒಂದು ಗುಣಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಸುಧಾರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಿರಬಹುದು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಇದು ಸೂಚಿಸುವಂತಿದೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ನಾವು ಕಾಣುವ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಸರಾಸರಿ ಕಾಲಾವಧಿಯು ಒಂದು ಜೀವಿಯ ಜೀವನ ಚರಿತ್ರೆಯ ವಿವಿಧ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಸಮದೂಗಿಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗುವುದಾಗಿದೆ ಎನ್ನುವುದೇ ಸರಿ ಎನ್ನುವಂತೆಯೂ ತೋರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ, ನಮ್ಮ ನಿರೀಕ್ಷೆಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಇತರ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವ ನೊಣಗಳಿಗೆ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಯ್ಕೆ ಆದ್ಯತೆ ನೀಡದಿರಬಹುದು.

ಇದರ ಜೊತೆಗೆ, ಆಸಕ್ತಿಕರವಾಗಿ, ಎಫ್‌ಇಜೆಗಳು ಸಣ್ಣ ದೇಹಗಾತ್ರವನ್ನು ವಿಕಾಸ ಮಾಡಿಕೊಂಡವು – 70ನೆಯ ಪೀಳಿಗೆಯ ಸುಮಾರಿಗೆ ಅವುಗಳ ದೇಹವು ಜೆಬಿಗಳ ದೇಹಗಾತ್ರದ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ದೇಹಗಾತ್ರವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದವು. (ಚಿತ್ರ 3 ನೋಡಿ). ಎಫ್‌ಇಜೆ ಹಾಗೂ ಜೆಬಿ ಸಮುದಾಯಗಳ ನಡುವೆ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಅವಕಾಶಗಳ ಸರಣಿಯನ್ನೇ ಸೃಷ್ಟಿಸಿದಾಗ, ಈ ಎರಡು ಸಮುದಾಯಗಳ ನೊಣಗಳಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರರೊಳಗೆ ಯಶಸ್ವೀ ಸಂತೋನೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕಡಿಮೆ ಇರುವುದು ತಿಳಿದು ಬಂತು. ಎರಡು ಗುಂಪುಗಳ ನಡುವೆ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಪ್ರತ್ಯೇಕತೆಯು ಅವುಗಳನ್ನು ಎರಡು ವಿಭಿನ್ನ ಪ್ರಭೇದಗಳಾಗಿ ಗುರುತಿಸುವುದರಿಂದ, ಎಫ್‌ಇಜೆ ಅಧ್ಯಯನವು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಭೇದದ ಹುಟ್ಟಿನ ಕುರಿತಾದ (ಅಥವಾ, ಒಂದು ಹೊಸ ಪ್ರಭೇದದ ಸೃಷ್ಟಿ) ಒಂದು ಅಪರೂಪದ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನೂ ಒದಗಿಸಿದೆ.

ಚಿತ್ರ 3. ಎಫ್‌ಇಜೆ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿನ ನೊಣಗಳು ಜೆಬಿ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿನ ನೊಣಗಳಿಗಿಂತ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ತುಂಬ ಚಿಕ್ಕವು. ಕೃಪೆ: ಶಂಪಾ ಎಂ. ಘೋಷ್ License: CC-BY-NC.

ಕೊನೆಯ ಮಾತು

ವಿಕಾಸವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವಿಕಾಸವು ಒಂದು ಪ್ರಬಲ ವಿಧವಾಗಿದೆ. ಇದು ನಮಗೆ ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ನಡೆಯುತ್ತಿರುವಾಗಲೇ ಅವಲೋಕಿಸುವ ಅವಕಾಶವನ್ನು ಒದಗಿಸಿ ಕೊಡುತ್ತದೆ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಿಕಾಸದ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ತನಿಖೆ ಮಾಡಲು ಪುನರಾವರ್ತಿಸಬಹುದಾದ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸ ಮಾಡಲು, ಮತ್ತು ವಿಕಾಸದ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ಹಿಂದಿರುವ ಆನುವಂಶೀಯತೆಯನ್ನು ಬೆಂಬತ್ತಲು ನಮಗೆ ಅವಕಾಶವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿ ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಅರಣ್ಯ ನಾಶ, ಆವಾಸ ನಷ್ಟ ಮತ್ತು ಜಾಗತಿಕ ತಾಪಮಾನ ಹೆಚ್ಚಳದಂತಹ ಪ್ರಕೃತಿಯ ಮಹಾ ವಿಪ್ಲವದ ಯುಗದಲ್ಲಿ ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ

ನಡೆಯುವ ವಿಕಾಸ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥೈಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಮತ್ತು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಈ ವಿಧಾನವು ಮಹತ್ವದ ಸಾಧನವಾಗಬಲ್ಲದು.

ಪ್ರಮುಖ ಕಲಿಕೆಗಳು

- ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವಿಕಾಸವು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯೊಳಗೆ ವಿಕಾಸವು ಸಂಭವಿಸುತ್ತಿರುವ ಸಮಯದಲ್ಲೇ ಅದನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸುವಂತಹ ಅದ್ಭುತ ಅವಕಾಶವನ್ನು ಒದಗಿಸಿಕೊಡುತ್ತದೆ.
- ಈ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ, ಒಂದು ಆಯ್ದ ಜೀವಿಯ ಸಮುದಾಯವನ್ನು ಹಲವು ತಲೆಮಾರುಗಳವರೆಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಯ್ಕೆಯ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ತುತ್ತಾಗಿಸುವ ಮೂಲಕ ವಿಕಾಸವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.
- ಈ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಅತ್ಯಂತ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜೀವಿಗಳೆಂದರೆ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ, ಜಂತುಹುಳಗಳು, ಮತ್ತು ನೊರಜುಗಳು, ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ, ಇತರ ಕೆಲವು ಸಣ್ಣ ಜೀವಿಗಳನ್ನೂ ಬಳಸಬಹುದಾಗಿದೆ.
- ಈ ಮಾರ್ಗವು ಆನುವಂಶಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳೂ ಸೇರಿದಂತೆ, ಹೊಸತಾಗಿ ವಿಕಾಸವಾದ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ವಿವರವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ನಮಗೆ ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ.
- ಈ ಮಾರ್ಗವು ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಸುದೀರ್ಘವಾದ ಜೀವಿತಾವಧಿ ಹಾಗೂ ಹೆಚ್ಚು ವೇಗದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯುಳ್ಳ ನೊರಜುಗಳ ವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ದಾರಿ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಶಂಪಾ ಎಂ ಘೋಷ್ರವರು ಭುವನೇಶ್ವರದ ಕಳಿಂಗ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಇಂಡಸ್ಟ್ರಿಯಲ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿ (ಕೆಐಐಟಿ)ಯಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಕ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಆಕೆಯ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯವು ಡ್ರೊಸೊಫಿಲಾವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವಿಕಾಸ ಹಾಗೂ ವಿಕಸನೀಯ ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನದ ಮೇಲೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದೆ. ಇವರನ್ನು shampa.ghosh@kiitbiotech.ac.in ನಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸಬಹುದು.

ಟಿಪ್ಪಣಿ: ಲೇಖನದ ಶೀರ್ಷಿಕೆಯ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದ ಚಿತ್ರದ ಮೂಲ: https://www.pxfuel.com/en/free-photo-obrql. License: CC-0

ಪರಾಮರ್ಶನ ಗ್ರಂಥಗಳು:

1. Garland, T., and Rose M.R., Editors 2009. Experimental Evolution. University of California Press, Berkeley.

2. Kawecki, T.J., Lenski, R.E., Ebert, D., Hollis, B., Olivieri, I., and Whitlock, M.C. 2012. Experimental Evolution. Trends in Ecology and Evolution 27, 547–560.

3. Rose M.R. 1984. Laboratory evolution of postponed senescence in Drosophila melanogaster. Evolution 38, 1004–1010.

4. Rose M.R., Passananti, H.B., and Matos, M., Editors. 2004.Methuselah Flies: A Case Study in the Evolution of Aging. World Scientific Publishing, Singapore.

5. Prasad, N.G., and Joshi, A. 2003. What have two decades of laboratory life-history evolution studies on Drosophila melanogaster taught us? Journal of Genetics 82, 45–76.

6. Ghosh S. M. and Joshi, A. 2012 Evolution of reproductive isolation as a by-product of divergent life-history evolution in laboratory populations of Drosophila melanogaster. Ecology and evolution 2(12), 3214–3226.