

ಖುತುಮಾನಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಒಣಗಿದ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಅರಣ್ಯ ಮರಗಳಲ್ಲಿ ಡಿಕೌಪಲ್ಡ್ ಫಿನಾಲಜಿ ಮತ್ತು PSII ಥರ್ಮಲ್ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿ.

ರಾಕೇಶ್ ತಿವಾರಿ ^{1,2,3}*, ಪ್ರತಿಭಾ ಟಿ. ಭಗವತ್ ², ಶಿವ ನಾಯ್ಕ್ ಎಚ್ ², ರಕ್ಷಿತ್ ಜಿ. ಹೊಸಮನಿ ², ಪ್ರಕಾಶ್ ಎನ್ ²,
ಜಯನಾಥ್ ಬಾಬು ಎಂಎಸ್ ^{2,3}, ಶ್ರೀಲೋಕ ಬಿಎಸ್ ², ಮಧುರ್ ಎಂಎಂ ², ಸಾಗರ ಜಿ ², ತರುಣ್ ನಾಯ್ಕ್ ², ತರುಣ್
ನಾಯ್ಕ್ ², ತರುಣ್ ನಾಯ್ಕ್ ² ಲಾವಣ್ಯ ಬಿಎಸ್ ², ಕಿಶೋರ್ ಟಿ ಜಿ ², ಮಧುಸೂಧನ ಎನ್ ², ಮಹೇಶ್ ಕೆ ಪಾಟೀಲ್ ^{2,3},
ನಂದಾ ಅಪ್ಪಾಜಿ ^{2,3,4}, ಸೋಮಶೇಖರ್ ಆಚಾರ್ ಕೆಜಿ ⁵, ಬಸವರಾಜಪ್ಪ ಎಸ್ ಎಚ್ ², ರಾಬರ್ಟ್ ಮಸ್ಕರೆಲ್ಲಾ ¹,
ಯೋಗೇಂದ್ರ ² ಕಂಬಳಗರೆ

¹ ಸಸ್ಯ ಪರಿಸರ ಮತ್ತು ವಿಕಸನ, ಉಪ್ಪಲಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಸ್ವೀಡನ್

² ಪರಿಸರ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಸ್ನಾತಕೋತ್ತರ ಅಧ್ಯಯನ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನಾ ವಿಭಾಗ, ಕುವೆಂಪು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಭಾರತ

³ ಹವಾಮಾನ ಬದಲಾವಣೆ ಮತ್ತು ಸುಸ್ಥಿರತೆ ಪರಿಹಾರಗಳಿಗಾಗಿ NV ಕೇಂದ್ರ, ಗೋವಾ, ಭಾರತ

⁴ ಜೀವವೈವಿಧ್ಯ ಶಿಕ್ಷಣ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನಾ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ, ಫೋರ್ಟ್, ಶಿವಮೊಗ್ಗ, ಭಾರತ

⁵ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗ, IDSG ಸರ್ಕಾರಿ ಕಾಲೇಜು: ಚಿಕ್ಕಮಗಳೂರು, ಭಾರತ

* ಸಂಬಂಧಿತ ಲೇಖಕರು (ಇಮೇಲ್: shimogarakesh@gmail.com)

ಪೂರ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದ ಲೇಖನವು ಕನ್ನಡ ಮತ್ತು ಸಂಸ್ಕೃತ ಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಪೋಷಕ ವಿಭಾಗ S1 ಮತ್ತು S2 ನಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿದೆ.

ಅಮೂರ್ತ

ಉಷ್ಣವಲಯದ ಮರಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆ ಫಿನಾಲಜಿಕಲ್ ತಂತ್ರವನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲು ಫೋಟೋಸಿಸ್ತಮ್ II (PSII) ನಲ್ಲಿನ ಕಾಲೋಚಿತ
ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯನ್ನು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಉಹಿಸಲಾಗಿದೆ, ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳು ವರ್ಷಪೂರ್ತಿ ಥರ್ಮೋಟಾಲರೇನ್ಸ್ ಅನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ
ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿದೆ ಮತ್ತು ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಶಾರೀರಿಕ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಗಿಂತ ಫಿನಾಲಜಿಕಲ್ ತಪ್ಪಿಸುವಿಕೆಯನ್ನು
ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೂ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಸಹ-ಸಂಭವಿಸುವ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಶಾರೀರಿಕವಾಗಿ ನಿರ್ಣಾಯಕ
ಆದ್ಯದಿಂದ ಆದ್ಯ ನಂತರದ ಪರಿವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳು ವಿರಳವಾಗಿವೆ. ಇಲ್ಲಿ, ಭಾರತದ ಮಧ್ಯ ಪಶ್ಚಿಮ
ಘಟ್ಟಗಳ ಕಾಲೋಚಿತ ಒಣ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡಿನಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮ ಇಳಿಜಾರುಗಳಲ್ಲಿ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ, ಅರೆ-ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮತ್ತು
ಪತನಶೀಲ ಅಭ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸಿರುವ 27 ಸಹ-ಸಂಭವಿಸುವ ಮರ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ PSII ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ಆರಂಭ (T

23 T_5), ಹಾನಿ ಮಧ್ಯಬಿಂದು (T_{50}) ಮತ್ತು ಅವನತಿ ಅಗಲ (DW) ಅನ್ನು ನಾವು ಪ್ರಮಾಣೀಕರಿಸುತ್ತೇವೆ, ಆದ್ರೆ (ಸರಾಸರಿ ಗರಿಷ್ಠ
 24 ಗಾಳಿಯ ಉಷ್ಣತೆ 27.5°C) ಮತ್ತು ನಂತರದ ಆದ್ರೆ (31.6°C) ಅವಧಿಗಳಲ್ಲಿ - ಶಾಖ ಮತ್ತು ಬರ - ಪ್ರೇರಿತ ವೃದ್ಧಾಪ್ಯ ಒತ್ತಡವು
 25 ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿ ಸಿಗ್ನಲ್ ಅನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸಿದ ಹಂತ. ಫಿನಾಲಜಿ ಆಧಾರಿತ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗಳಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಸರಿಸುಮಾರು 4°C
 26 ಕಾಲೋಚಿತ ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯಲ್ಲಿ PSII ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯು ಎಲೆಯ ಅಭ್ಯಾಸ ಅಥವಾ ಅನುಕ್ರಮ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ
 27 ರಚನೆಯಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. T_5 (ಸರಿಸುಮಾರು $+1.7^\circ\text{C}$) ಮತ್ತು T_{50} (ಸರಿಸುಮಾರು $+0.9^\circ\text{C}$) ಎರಡೂ ಆದ್ರತೆಯಿಂದ ಆದ್ರೆ
 28 ನಂತರದ ಅವಧಿಗಳಿಗೆ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾದವು, ಆದರೆ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಜಾತಿಗಳಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಮತ್ತು ವೇರಿಯಬಲ್
 29 ಆಗಿತ್ತು, ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮತ್ತು ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಇದೇ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಒಗ್ಗಿಕೊಂಡವು. PSII ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ
 30 ಫಿನಾಲಜಿಕಲ್ ತಂತ್ರದ ಈ ಡಿಕೌಪ್ಲಿಂಗ್ ಥರ್ಮೋಟಾಲರೇನ್ಸ್ ನಿಯಂತ್ರಣವು ಬರ-ತಪ್ಪಿಸುವ ಫಿನಾಲಜಿಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ
 31 ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ; ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಎಲೆ ಉದುರುವಿಕೆಗೆ ಶಾಖ
 32 ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯನ್ನು ಹೊರಗುತ್ತಿಗೆ ನೀಡುವುದಿಲ್ಲ, ಅಥವಾ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳು ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳ
 33 ಸಮಯದಲ್ಲಿ PSII ಸ್ಥಿರೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಅಸಮಾನವಾಗಿ ಹೂಡಿಕೆ ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. T_5 ನಿಂದ ಸೆರೆಹಿಡಿಯಲಾದ ತಡೆಗಟ್ಟುವಿಕೆ-
 34 ವಿರುದ್ಧ-ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ವ್ಯಾಪಾರ-ವಹಿವಾಟು $\propto$ ಮಳೆಗಾಲದ ನಂತರದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮತ್ತು ಪತನಶೀಲ
 35 ಪ್ರಭೇದಗಳು ಈ ಅಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದರೂ, ಋತುಗಳಲ್ಲಿ DW ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದೆ. T_{50} ಆಧಾರಿತ ಉಷ್ಣ ಸುರಕ್ಷತಾ ಅಂಶಗಳು
 36 ಏಕರೂಪವಾಗಿ ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದವು, ಆದರೆ T_5 ಆಧಾರಿತ ಅಂಶಗಳು ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕವಾಗಿ ದುರ್ಬಲ ಉಪವಿಭಾಗವನ್ನು
 37 ಗುರುತಿಸಿವೆ: ತಡವಾಗಿ ಬರುವ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳು (ಸರಕಾ) ಅಸೋಕಾ, ಫೆಕಸ್ ಎಸ್‌ಪಿಪಿ.) ಮತ್ತು ಕ್ಯಾರಿಯಾ
 38 ಅಬೋರಿಯಾ, ಈಗಾಗಲೇ ಕಾಲೋಚಿತ ಶಾಖ ಮಿತಿಗಳ ಬಳಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿವೆ. ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಎಲೆಗಳ
 39 ಅಭ್ಯಾಸವು PSII ಉಷ್ಣ ತಂತ್ರಕ್ಕೆ ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹ ಪ್ರಾಕ್ಸಿ ಎಂಬ ನಿರೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ಪ್ರಶ್ನಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಿಶಾಲ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಗುಂಪಿನ
 40 ಬದಲು ಜಾತಿಗಳ ಗುರುತು SDTF ಗಳಲ್ಲಿನ ಕಾಲೋಚಿತ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳಲ್ಲಿ PSII ಥರ್ಮೋಟಾಲರೇನ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯನ್ನು
 41 ಚಾಲನೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಎತ್ತಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ, ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡುಗಳಲ್ಲಿ ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯ ದುರ್ಬಲತೆಯ
 42 ಲಕ್ಷಣ-ಆಧಾರಿತ ಮುನ್ಸೂಚನೆಗಳಿಗೆ ನೇರ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆ.
 43 ಕೀವರ್ಡ್‌ಗಳು: PSII, ಶಾಖ ಸಹಿಷ್ಣುತೆ, ಫಿನಾಲಜಿ, ಉಷ್ಣವಲಯದ ಅರಣ್ಯ, ಮರಗಳು

44 ಪರಿಚಯ

45 ಜಾಗತಿಕವಾಗಿ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಮತ್ತು ಉಪೋಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡುಗಳು ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಉಷ್ಣ ಮಿತಿಗಳನ್ನು
46 ಸಮೀಪಿಸುತ್ತಿವೆ, ಹವಾಮಾನ ತಾಪಮಾನವು ಈ ಶತಮಾನದೊಳಗೆ ಅನೇಕ ಪ್ರಭೇದಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಐತಿಹಾಸಿಕ
47 ತಾಪಮಾನ ಮಿತಿಗಳನ್ನು ಮೀರಿ ತಳ್ಳುವ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿದೆ (ಡೌಟಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2023) . ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಕ್ವಾಂಟಮ್
48 ಇಳುವರಿಯ ನಷ್ಟದಿಂದ ನಿರೂಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಫೋಟೋಸಿಸ್ತಮ್ II (PSII) ಉಷ್ಣ ಹಾನಿಯು ಮರದ ಕಾರ್ಯಕ್ಷಮತೆಯ ನಿರ್ಣಾಯಕ
49 ಪರಿಸರ-ಶಾರೀರಿಕ ಅಳತೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ, ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಋತುಮಾನಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಬದಲಾಗುವ
50 ಪರಿಸರಗಳಲ್ಲಿ, ತಾಪಮಾನ, ನೀರಿನ ಲಭ್ಯತೆ ಮತ್ತು ಆವಿ ಒತ್ತಡದ ಕೊರತೆ (VPD) ವಾರ್ಷಿಕ ಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ತೀವ್ರವಾಗಿ
51 ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ (Kattge *et al.* 2011; Sastry & Barua 2017; Dusenge, Duarte & Way 2019) . ಮರದ ಎಲೆಗಳು ಉಷ್ಣ
52 ಒತ್ತಡವನ್ನು ಯಾವಾಗ ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ಅನುಭವಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಈ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುವ ಅಥವಾ ಸಹಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಶಾರೀರಿಕ
53 ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಗೆ ಜಾತಿಗಳ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಉಹಿಸಲು ಅತ್ಯಗತ್ಯ.

54 ಚರಿತ್ರೆಯ ತಂತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿರುವ ಪುರಾವೆಗಳ ಹೊರತಾಗಿಯೂ - ತಗ್ಗು ಪ್ರದೇಶದ
55 ಪ್ರಭೇದಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಎಲೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ T50 ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು
56 ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ (Sastry & Barua 2017; Slot *et al.* 2021) , ಮತ್ತು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮತ್ತು ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳ ನಡುವೆ
57 ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ (Sastry & Barua, 2017) - ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಅಧ್ಯಯನಗಳು ಒಂದೇ ಋತುಗಳು
58 ಅಥವಾ ಫಿನೋಲಾಜಿಕಲ್ ವಿಪರೀತಗಳಿಗೆ ಸೀಮಿತವಾಗಿವೆ. PSII ಸ್ಥಿರತೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಲೋಚಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯು ಉತ್ಪಾದಕ
59 ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಋತುವಿನಾದ್ಯಂತ ಹೇಗೆ ತೆರೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರ ತಿಳುವಳಿಕೆಯನ್ನು ಇದು ಮಿತಿಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ,
60 ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಆರ್ಕ್ಟಿಕ್ ನಂತರದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ತಾಪಮಾನವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದೆ ಆದರೆ ಬರ ಮತ್ತು ಗರಿಷ್ಠ ಶಾಖದ ಒತ್ತಡ ಇನ್ನೂ
61 ಉತ್ತುಂಗಕ್ಕೇರಿಲ್ಲ (Tiwari *et al.* 2025) .

62 ಉಷ್ಣವಲಯದಲ್ಲಿ PSII ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಧ್ಯಯನಗಳನ್ನು ಆರ್ಕ್ಟಿಕ್ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಸಲಾಗಿದೆ,
63 ಸುತ್ತುವರಿದ ತಾಪಮಾನ ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ, ಮಣ್ಣು ಸ್ಯಾಚುರೇಟೆಡ್ ಆಗಿದ್ದರೆ ಮತ್ತು VPD ಮಧ್ಯಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಆದರೆ
64 ಎಲೆಗಳು ಪ್ರೌಢ ಅಥವಾ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಕಡಿಮೆ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತವೆ (ಡುಸೆಂಗೆ ಮತ್ತು ಇತರರು 2019;
65 ಸ್ಲಾಟ್ ಮತ್ತು ಇತರರು 2021) ; ಅಥವಾ ಗರಿಷ್ಠ ಶುಷ್ಕ ಋತುವಿನಲ್ಲಿ, ತಾಪಮಾನ ಮತ್ತು VPD ಅವುಗಳ ತೀವ್ರತೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ,
66 ಆದರೆ ಅನೇಕ ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಈಗಾಗಲೇ ಭಾಗಶಃ ಅಥವಾ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ,

67 ಅಥವಾ ಎಲೆಗಳು ಬಲಗೊಳ್ಳುತ್ತಿವೆ ಮತ್ತು ತೀವ್ರ ನೀರಿನ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿದೆ, ಆದರೆ ಕೆಲವು ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ, ಬೇಸಿಗೆಯ ನಂತರ
 68 ಹೊಸ ಎಲೆಗಳ ಚಿಗುರುಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ (ನಂದಾ, ಪ್ರಕಾಶ, ಮೂರ್ತಿ ಮತ್ತು ಸುರೇಶ್ 2012; ಶಾಸ್ತ್ರಿ & ಬರುವಾ 2017;
 69 ಶಾಸ್ತ್ರಿ, ಗುಹಾ & ಬರುವಾ 2018; ಸಿಲ್ವಾ, ಎಸ್ಪಿರಿಟೊ-ಸ್ಯಾಂಟೊ, ಸ್ಯಾಂಟೋಸ್ & ರೊಡ್ರಿಗಸ್ 2020; ರಾಮೋಸ್ ಮತ್ತು
 70 ಇತರರು 2023) . ಹೀಗಾಗಿ, ಎರಡು ತೀವ್ರ ಅವಧಿಗಳ ಮೇಲಿನ ಗಮನವು (ಶಾಸ್ತ್ರಿ & ಬರುವಾ 2017; ತಿವಾರಿ ಮತ್ತು ಇತರರು
 71 2021) , ಶಾರೀರಿಕವಾಗಿ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಮಧ್ಯಂತರ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಅಂತರಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ: ಆರ್ಥ
 72 ನಂತರದ (ವಯಸ್ಸಾದ ಪೂರ್ವ) ಅವಧಿ - ಎಲೆಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರಬುದ್ಧವಾಗಿ ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಕ್ರಿಯೆಗೆ
 73 ಸಮರ್ಥವಾಗಿರುವ ಅವಧಿ, ನೀರಿನ ಲಭ್ಯತೆ ಇನ್ನೂ ಅನುಕೂಲಕರವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ತಾಪಮಾನ ಮತ್ತು VPD ಏರುತ್ತಿದೆ
 74 ಆದರೆ ಇನ್ನೂ ತೀವ್ರವಾಗಿಲ್ಲ. ಈ ವಿಂಡೋವು ಕಾಲೋಚಿತವಾಗಿ ಒಣ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡುಗಳಲ್ಲಿ (SDTF) ಪತನಶೀಲ
 75 ಮರಗಳಿಗೆ ನಿಜವಾದ ಗರಿಷ್ಠ ಮೇಲಾವರಣ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಅವಧಿಯನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ, ಅವು ಹೆಚ್ಚು ಉತ್ಪಾದಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ
 76 ಆದರೆ ಉಷ್ಣ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ನಿರ್ಜಲೀಕರಣದ ಅಪಾಯವು ಮೊದಲು ಸಂಗ್ರಹಗೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದಾಗ (Guan *et al.* 2015;
 77 Tiwari *et al.* 2025) . ಆದರೂ, ಈ ನಂತರದ ಆರ್ಥ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರಬುದ್ಧ ಎಲೆಗಳ PSII ಶಾಖ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯು
 78 ಕಾಲೋಚಿತವಾಗಿ ಒಣ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡುಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅಪರಿಮಿತವಾಗಿ ಉಳಿದಿದೆ.

79 ಎಲೆಗಳ ದೀರ್ಘಾಯುಷ್ಯವು ರಚನಾತ್ಮಕ ದೃಢತೆ ಮತ್ತು ಫಿನೋಲಾಜಿಕಲ್ ತಂತ್ರವನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸುತ್ತದೆ;
 80 ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ಎಲೆಗಳು ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಮಾನ್ಯತೆಯ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ಧಿತ ಪೊರೆಯ ಸ್ಥಿರತೆ ಮತ್ತು ದುರಸ್ತಿಯನ್ನು
 81 ವಿಕಸನಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ, ಆದರೆ ಅಲ್ಪಾವಧಿಯ ಎಲೆಗಳು ತೀವ್ರ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆರಂಭಿಕ ಉತ್ಪಾದಕತೆಯನ್ನು
 82 ಬೆಂಬಲಿಸುತ್ತವೆ (ರುಸ್ಸೋ & ಕಿಟಾಜಿಮಾ 2016; ಸ್ಲಾಟ್ ಮತ್ತು ಇತರರು 2021) . ಪತನಶೀಲ ಫಿನೋಲಜಿ ಗರಿಷ್ಠ ಶಾಖವನ್ನು
 83 ತಪ್ಪಿಸುವುದಲ್ಲದೆ ಗರಿಷ್ಠ ಉತ್ಪಾದಕತೆಯ ಕಿಟಕಿಗಳಲ್ಲಿ PSII ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಮಾರ್ಪಡಿಸುತ್ತದೆ, ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ
 84 ರಚನಾತ್ಮಕ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಗೆ ವೈತರಿಕವಾಗಿದೆ (ಶಾಸ್ತ್ರಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2018) . ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಕಾಲೋಚಿತವಾಗಿ ಶುಷ್ಕ
 85 ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡುಗಳಲ್ಲಿ, ಸಹ-ಸಂಭವಿಸುವ ಮರಗಳ ಪ್ರಭೇದಗಳು ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಫಿನೋಲಾಜಿಕಲ್ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು
 86 ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ, ಬರ-ಪತನಶೀಲ ಜಾತಿಗಳು ಅಂತರ್ಗತವಾಗಿ ಗರಿಷ್ಠ-ಬೇಸಿಗೆಯ ಶಾಖವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸುವುದರಿಂದ ಬೆಚ್ಚಗಿನ
 87 ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಸಹಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಇತರವುಗಳವರೆಗೆ - ತೀವ್ರವಲ್ಲದ ಅವಧಿಗಳಲ್ಲಿ PSII ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯಲ್ಲಿ ವೈತರಿಕ
 88 ಹೂಡಿಕೆಗಳಿಗೆ ವೇದಿಕೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿಸುತ್ತದೆ (ತಿವಾರಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2025) .

89 ಈ ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತತೆಯಿಂದ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ನಂಬಲಾದ ಆದರೆ ವಿರಳವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಉಹೆ
 90 ಅನುಸರಿಸುತ್ತದೆ: ಎಲೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸವು ಕಾಲೋಚಿತ PSII ಉಷ್ಣ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಉಹಿಸಬೇಕು. ವರ್ಷಪೂರ್ತಿ
 91 ಎಲೆಗಳನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಮತ್ತು ವಾರ್ಷಿಕ ಚಕ್ರದ ಸಂಪೂರ್ಣ ಉಷ್ಣ ವೈಶಾಲ್ಯವನ್ನು ಅನುಭವಿಸುವ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ
 92 ಪ್ರಭೇದಗಳು PSII ಥರ್ಮೋಟಾಲರೇನ್ಸ್ ಅನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿದೆ, ತಾಪಮಾನ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ
 93 ಪೊರೆಯ ಸ್ಥಿರತೆ, D1 ವಹಿವಾಟು ಮತ್ತು ಶಾಖ-ಆಘಾತ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಬೆಳವಣಿಗೆಯ
 94 ತಾಪಮಾನಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿ ಈ ಹೂಡಿಕೆಗಳನ್ನು ಕಾಲೋಚಿತವಾಗಿ ಮಾಡ್ಯುಲೇಟ್ ಮಾಡುತ್ತವೆ (ಯಮೋರಿ,
 95 ಹಿಕೋಸಾಕಾ & ವೇ 2014; ಸ್ಲಾಟ್ ಮತ್ತು ಇತರರು 2021) . ಇದಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ, ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಶಾರೀರಿಕ
 96 ಥರ್ಮೋಟಾಲರೇನ್ಸ್ ನಿಯಂತ್ರಣದಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆ ಹೂಡಿಕೆ ಮಾಡುವ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿದೆ ಏಕೆಂದರೆ ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ತಪ್ಪಿಸುವಿಕೆಯು
 97 ಅಗತ್ಯವನ್ನು ಮೊದಲೇ ಖಾಲಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ: ಗರಿಷ್ಠ ಶಾಖದ ಒತ್ತಡ ಬರುವ ಮೊದಲು ಎಲೆಗಳನ್ನು ಉದುರಿಸಿದರೆ, ತೀವ್ರ
 98 ತಾಪಮಾನದಲ್ಲಿ PSII ಸ್ಥಿರತೆಯನ್ನು ಕಾಪಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಶಕ್ತಿಯುತ ವೆಚ್ಚವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತಪ್ಪಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ (Sastry &
 99 Barua 2017; Sastry *et al.* 2018) . ಈ ಚೌಕಟ್ಟಿನ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ, PSII ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಲೋಚಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯ ಪತನಶೀಲ
 100 ಜಾತಿಗಳಿಗಿಂತ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕು ಮತ್ತು ಆದ್ದರಿಂದ ಎಲೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸವು ಒಂದು ಜಾತಿಯ ಶಾರೀರಿಕವಾಗಿ
 101 ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯನ್ನು ತಡೆಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಪ್ರಾಪ್ತಿಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕು. ಈ
 102 ಉಹೆಯು ಹವಾಮಾನ ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಗೆ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಅರಣ್ಯ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಉಹಿಸಲು ಲಕ್ಷಣ-ಆಧಾರಿತ
 103 ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿದೆ (ಡೌಟಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2023) , ಆದರೆ ಒತ್ತಡವಿಲ್ಲದ ಕಾಲೋಚಿತ ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ
 104 ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾದ ಸಹ-ಸಂಭವಿಸುವ ಜಾತಿಗಳ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು
 105 ನೇರವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗಿಲ್ಲ, ಗರಿಷ್ಠ ಶುಷ್ಕ-ಋತುವಿನ ಹೋಲಿಕೆಗಳನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುವ ಬರ ಒತ್ತಡ ಮತ್ತು ಎಲೆ ವೃದ್ಧಾಪ್ಯದಿಂದ
 106 ಉಂಟಾಗುವ ಗೊಂದಲಮಯ ಪರಿಣಾಮಗಳಿಂದ ಉಷ್ಣ-ಚಾಲಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲು ನಿಖರವಾಗಿ ಅಗತ್ಯವಿರುವ
 107 ಸಂದರ್ಭ.

108 F_v / F_m 5% (T_5 , ಒತ್ತಡದ ಆರಂಭ) ಮತ್ತು 50% (T_{50} , ಬದಲಾಯಿಸಲಾಗದ ಹಾನಿ) ರಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವ ತಾಪಮಾನದಿಂದ
 109 ಪ್ರಮಾಣೀಕರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ , ಇದು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾ-ಕೇಂದ್ರ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳು, ಥೈಲಾಕೋಯ್ಡ್ ಪೊರೆಗಳು ಮತ್ತು ಲಿಪಿಡ್
 110 ಸಂಯೋಜನೆ, ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟ್ ಸಣ್ಣ ಶಾಖ-ಆಘಾತ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳು ಮತ್ತು D1 ದುರಸ್ತಿ ಚಕ್ರ ಸೇರಿದಂತೆ ಪೋಷಕ
 111 ಕಾರ್ಯವಿಧಾನಗಳ ಸಮಗ್ರತೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುತ್ತದೆ (Schreiber & Berry 1977; Schreiber 2007; O'sullivan *et al.*
 112 2017; Tiwari *et al.* 2021; Slot *et al.* 2021) . PSII ಅನ್ನು ಶಾಖದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಹಿಸುವುದು ಪ್ರೋಟೀನ್ ವಹಿವಾಟು ಮತ್ತು

113 ದುರಸ್ತಿ ಮೂಲಕ ಶಕ್ತಿಯುತ ವೆಚ್ಚಗಳನ್ನು ವಿಧಿಸುತ್ತದೆ, ಇದು ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ತಾಪಮಾನಕ್ಕೆ ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಆದರೆ
 114 ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ನಿರ್ಬಂಧಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಇದು ವಿರಳವಾಗಿ ಕಾಲೋಚಿತ ಉಷ್ಣ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ
 115 ಸರಿದೂಗಿಸುವ ಸಾಧಾರಣ T_{50} ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ (Yi *et al.* 2022) . ಇಳಿಕೆಯ ಅಗಲ (DW , $T_{95} - T_5$) ಸಂಪೂರ್ಣ
 116 ಮಿತಿಗಳನ್ನು ಮೀರಿದ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯ ಚಲನಶೀಲತೆಯನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ: ಕಿರಿದಾದ DW ಹೆಚ್ಚಿನ T_5 (ತಡೆಗಟ್ಟುವಿಕೆ-
 117 ಕೇಂದ್ರಿತ) ಹೊರತಾಗಿಯೂ ಹರಾತ್ PSII ವೈಫಲ್ಯವನ್ನು ಸಂಕೇತಿಸುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ವಿಶಾಲ DW ಬರ್ಫರ್ಡ್ ಕುಸಿತವನ್ನು
 118 ನಂತರದ-ಆರಂಭವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ (ದುರಸ್ತಿ/ಸಹಿಷ್ಣುತೆ-ಕೇಂದ್ರಿತ), ಇದು ಜಾತಿಗಳ ನಡುವೆ ವಿಭಿನ್ನ ಉಷ್ಣ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು
 119 ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸುತ್ತದೆ (ತಿವಾರಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2021) .

120 ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾ ಕೇಂದ್ರ, ಥೈಲಾಕೋಯಿಡ್ ಪೊರೆಗಳು ಮತ್ತು ಸಂಬಂಧಿತ ದುರಸ್ತಿ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಮಗ್ರತೆಯು
 121 ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗಿ ಮತ್ತು ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಬಹುದಾದ ಲಕ್ಷಣಗಳಾಗಿರುವುದರಿಂದ PSII ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯು
 122 ಭಾಗಶಃ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಆಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದೆ. ಎತ್ತರದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ತಾಪಮಾನವು D1 ಪ್ರೋಟೀನ್‌ನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ
 123 ಮತ್ತು ವಹಿವಾಟನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಮೂಲಕ, ಕ್ಲೋರೋಪ್ಲಾಸ್ಟ್ ಸಣ್ಣ ಶಾಖ - ಆಫಾತ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸುವ ಮೂಲಕ
 124 ಮತ್ತು ಲಿಪಿಡ್ ಸಂಯೋಜನೆ ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಸರಿಯಾದ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಸರಿಹೊಂದಿಸುವ ಮೂಲಕ PSII ಶಾಖ
 125 ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ, ಇವೆಲ್ಲವೂ ಶಾಖದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ PSII ಅನ್ನು ಸ್ಥಿರಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ (ಯಮೋರಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2014;
 126 ತಿವಾರಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2021; ಪೋಲ್ ಮತ್ತು ಇತರರು 2026) . ಆದಾಗ್ಯೂ, ಈ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಗಳು ಸಾರಜನಕ,
 127 ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ATP ಯಲ್ಲಿ ವೆಚ್ಚವನ್ನು ವಿಧಿಸುತ್ತವೆ, ಇದು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ
 128 ಹೂಡಿಕೆಯೊಂದಿಗೆ ಸ್ಪರ್ಧಿಸುತ್ತದೆ, ಇದು ಆವಾಸಸ್ಥಾನ ಉಷ್ಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಎಲೆ ಅರ್ಥಶಾಸ್ತ್ರದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ
 129 ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ವಿರುದ್ಧ ಜಾತಿಗಳು ರಚನಾತ್ಮಕ ಉಷ್ಣ ದೃಢತೆಯನ್ನು ಕಾರ್ಯತಂತ್ರವಾಗಿ
 130 ಸಮತೋಲನಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ (ಶಾಸ್ತ್ರಿ & ಬರುವಾ 2017; ತಿವಾರಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2021, 2026) .

131 ಉಷ್ಣವಲಯದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಸಾಧಾರಣ PSII ಉಷ್ಣ ಒಗ್ಗಿಸುವಿಕೆಯನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ (ತಿವಾರಿ ಮತ್ತು
 132 ಇತರರು 2021; ಪೋಲ್ ಮತ್ತು ಇತರರು 2026) , $a \sim 3-4$ ಪಶ್ಚಿಮ ಘಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಆದ್ರವತೆಯಿಂದ ನಂತರದ ಅವಧಿಗಳವರೆಗೆ
 133 $^{\circ}\text{C}$ ಕಾಲೋಚಿತ ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆ (ಕೃಷ್ಣದಾಸ್, ಕುಮಾರ್ ಮತ್ತು ಕೊಮಿಟಾ 2016; ತಿವಾರಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2025) T_5
 134 ಮತ್ತು T_{50} ಮಾರ್ಪಡಿಕೆಗಳ ಮೂಲಕ ಭಾಗಶಃ ಪರಿಹಾರವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ , ಆದರೆ ಈ ಕಾಲೋಚಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯ
 135 ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು, ವಿಶೇಷವಾಗಿ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮತ್ತು ಪತನಶೀಲ ಜಾತಿಗಳ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರಬುದ್ಧ ಎಲೆಗಳಿಗೆ,

136 ಇನ್ನೂ ಪ್ರಮಾಣೀಕರಿಸಲಾಗಿಲ್ಲ. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರ ಮತ್ತು ನಗರ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಬಯೋಮ್‌ಗಳಾದ್ಯಂತದ ಉದ್ಯಾನ
 137 ಅಧ್ಯಯನಗಳು PSII ಶಾಖ - ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ಮಾಪನಗಳು (T_5 , T_{50}) ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ತಾಪಮಾನ ಮತ್ತು
 138 ಕಾಲೋಚಿತ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಗೆ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂದು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ, ಆದರೆ ಈ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿ ಭಾಗಶಃ,
 139 ಜಾತಿಗಳು - ಮತ್ತು ತಂತ್ರ - ಅವಲಂಬಿತವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಹವಾಮಾನ ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣ ಆಡಳಿತ
 140 ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಗೆ ವಿರಳವಾಗಿ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸರಿದೂಗಿಸುತ್ತದೆ (Sastry & Barua 2017; Slot *et al.* 2021; Tarvainen *et*
 141 *al.* 2022; Kullberg & Feeley 2024; Manzi *et al.* 2025) . ಈ ಅಧ್ಯಯನಗಳು ಎಲೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸ, ಆರ್ಥಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಮತ್ತು
 142 ಬರಗಾಲಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡಿಕೊಳ್ಳುವಿಕೆಯು ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುವಿಕೆಯ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಮಾಪನಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಎತ್ತಿ ತೋರಿಸುತ್ತವೆ, ಆದರೆ
 143 ಹೆಚ್ಚಿನವು ಪ್ರಾದೇಶಿಕವಾಗಿ ಮತ್ತು ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ನಿರ್ಬಂಧಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ, ಕೆಲವು ಡೇಟಾಸೆಟ್‌ಗಳು ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್
 144 ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಅದೇ ಮೇಲಾವರಣ ಮೈಕ್ರೋಕ್ಲೈಮೇಟ್‌ಗಳ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಟ್ರ್ಯಾಕ್ ಮಾಡುತ್ತವೆ.

145 ಪಶ್ಚಿಮ ಘಟ್ಟಗಳ ಮಧ್ಯದ ಋತುಮಾನದ ಒಣ ಕಾಡುಗಳು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಲು ಸೂಕ್ತವಾದ
 146 ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ, ಮಾನ್ಸೂನ್-ನಂತರದ ಮಾನ್ಸೂನ್ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳು (ಆರ್ಧ್ರದಿಂದ ನಂತರದ ಆರ್ಧ್ರಕ್ಕೆ
 147 $\sim 4^\circ\text{C}$ ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆ) ನಿಧಾನ-ವೇಗದ ವರ್ಣಪಟಲವನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸಿರುವ ಸಹ-ಸಂಭವಿಸುವ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ, ಅರೆ-
 148 ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮತ್ತು ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಯೋಜಿಸುತ್ತವೆ (ಕೃಷ್ಣದಾಸ್ ಮತ್ತು ಇತರರು 2016; ತಿವಾರಿ ಮತ್ತು
 149 ಇತರರು 2025) . ಇಲ್ಲಿ ನಾವು PSII ಶಾಖ ಸಹಿಷ್ಣುತೆ (T_5 , T_{50} , DW), ಮತ್ತು ಆರ್ಧ್ರ ಮತ್ತು ನಂತರದ ಅವಧಿಗಳಲ್ಲಿ 27
 150 ಜಾತಿಗಳಿಗೆ ಎಲೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸವನ್ನು ಪ್ರಮಾಣೀಕರಿಸುತ್ತೇವೆ, ಶಾರೀರಿಕವಾಗಿ ನಿರ್ಣಾಯಕ ವಿಂಡೋಗಳಲ್ಲಿ ಋತುಮಾನದ
 151 ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಗರಿಷ್ಠ ಬಿಸಿ-ಒಣ ಒತ್ತಡದ ಹೊರಗೆ. ನಾವು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಿಸುತ್ತೇವೆ:

- 152 1. PSII ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆ (T_5 , T_{50} , DW) ಆರ್ಧ್ರ ಮತ್ತು ನಂತರದ ಆರ್ಧ್ರ ಅವಧಿಗಳ ನಡುವೆ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಆಗಿದೆಯೇ,
 153 ಮತ್ತು ಇದು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ/ಪತನಶೀಲ ಅಭ್ಯಾಸಗಳ ನಡುವೆ ಅಥವಾ ಅನುಕ್ರಮ ವರ್ಣಪಟಲದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ
 154 ಭಿನ್ನವಾಗಿದೆಯೇ?
- 155 2. ಋತುಮಾನಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಶುಷ್ಕವಾಗಿರುವ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡುಗಳಲ್ಲಿ ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯ ದುರ್ಬಲತೆಗೆ
 156 ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿಭಿನ್ನ ಉಷ್ಣ ಸುರಕ್ಷತಾ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಋತುಮಾನ/ಅಭ್ಯಾಸ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು
 157 ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸುತ್ತವೆಯೇ?

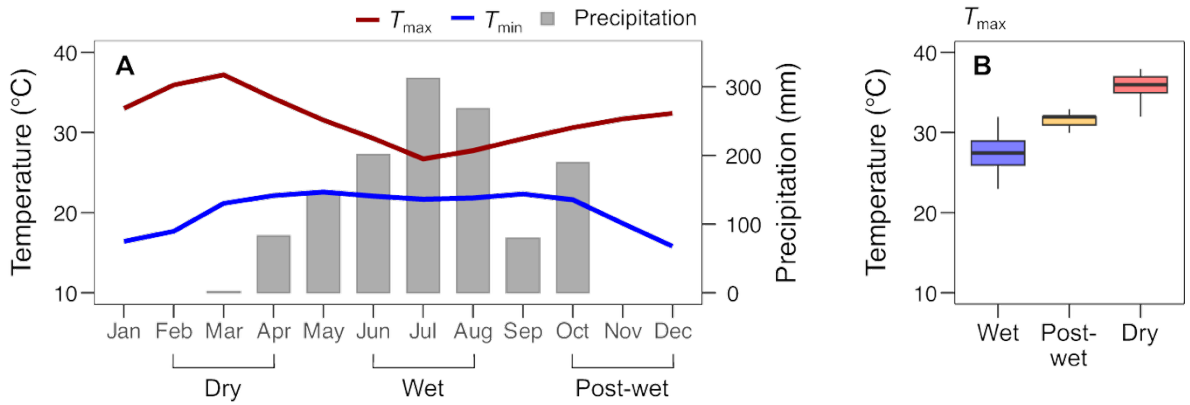
158 ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ತಂತ್ರವು PSII ಉಷ್ಣ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯನ್ನು ಉಹಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಉಹೆಯ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತಾ,
 159 ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು ತೇವದಿಂದ ತೇವದ ನಂತರದ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾದ್ಯಂತ T_5 ಮತ್ತು T_{50} ನ ಸೀಮಿತ ಕಾಲೋಚಿತ ಅಪ್‌ಗ್ಯುಲೇಷನ್
 160 ಅನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ನಾವು ಊಹಿಸುತ್ತೇವೆ, ಈ ವಿಂಡೋದಲ್ಲಿ ಶಾರೀರಿಕ ಥರ್ಮೋಟೋಲರೆನ್ಸ್ ನಿಯಂತ್ರಣವನ್ನು ಅನಗತ್ಯವಾಗಿಸುವ
 161 ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ತಪ್ಪಿಸುವ ತಂತ್ರಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಎಲೆ ಉದುರುವಿಕೆಯ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರದ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ
 162 ಪ್ರಭೇದಗಳು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿರುವ ತಾಪಮಾನಗಳಿಗೆ ಸರಿದೂಗಿಸುವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಾಲೋಚಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯನ್ನು
 163 ತೋರಿಸುತ್ತವೆ (Sastry & Barua 2017; Slot *et al.* 2021; Kullberg & Feeley 2024) . T_5 ಅನ್ನು ನಾವು ಮತ್ತಷ್ಟು
 164 ಉಹಿಸುತ್ತೇವೆ. $\propto DW$ ತಡೆಗಟ್ಟುವಿಕೆ-ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ವ್ಯಾಪಾರ-ವಹಿವಾಟನ್ನು ಋತುಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಸಂರಕ್ಷಿಸಲಾಗುವುದು, ಇದು
 165 ಕಾಲೋಚಿತ ಒಗ್ಗಿಸುವಿಕೆಯಿಂದ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿರುವ PSII ಉಷ್ಣ ತಂತ್ರದ ಸ್ಥಿರ ಅಕ್ಷವನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು
 166 ವರ್ಷಪೂರ್ತಿ ಎಲೆ ಧಾರಣ ಮತ್ತು ಏರುತ್ತಿರುವ ತಾಪಮಾನಕ್ಕೆ ನಿರಂತರ ಒಡ್ಡಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಆರ್ಥಿಕತೆಯ ನಂತರದ
 167 ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣ ಸುರಕ್ಷತಾ ಅಂಶಗಳು ಕಿರಿದಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಬರ ಅಥವಾ
 168 ವೃದ್ಧಾಪ್ಯದಿಂದ ಉಷ್ಣ ಸಂಕೇತವು ಗೊಂದಲಕ್ಕೀಡಾಗದ ಒತ್ತಡವಿಲ್ಲದ ಕಾಲೋಚಿತ ವಿಂಡೋದಲ್ಲಿ 27 ಸಹ-ಸಂಭವಿಸುವ
 169 ಜಾತಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಮುನ್ನೋಟಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವುದು ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ತಂತ್ರ ಮತ್ತು PSII ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯ ಕಾಲೋಚಿತವಾಗಿ
 170 ಶುಷ್ಕ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡುಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣ ರೂಪಾಂತರದ ಸಂಯೋಜಿತ ಅಥವಾ ಸ್ವತಂತ್ರ ಆಯಾಮಗಳಾಗಿವೆಯೇ ಎಂದು
 171 ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡಲು ಅನನ್ಯವಾಗಿ ಶುದ್ಧ ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.

172 ವಸ್ತುಗಳು ಮತ್ತು ವಿಧಾನಗಳು

173 ಅಧ್ಯಯನ ತಾಣ

174 ಭಾರತದ ಕರ್ನಾಟಕದ ಶಿವಮೊಗ್ಗ ಜಿಲ್ಲೆಯ ಭದ್ರಾ ಮೀಸಲು ಅರಣ್ಯದೊಳಗಿನ ಕಾಲೋಚಿತವಾಗಿ ಶುಷ್ಕ ಉಷ್ಣವಲಯದ
 175 ಕಾಡಿನಲ್ಲಿ ಈ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ನಡೆಸಲಾಯಿತು (13.747462° N, 75.611980° E; 680 ಮೀ asl). ಈ ಸ್ಥಳವು ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ
 176 ಪತನಶೀಲ ಮರ ಪ್ರಭೇದಗಳನ್ನು ಕೆಲವು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳೊಂದಿಗೆ (ಕೃಷ್ಣಮೂರ್ತಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2010) ಒಳಗೊಂಡಿದೆ .
 177 ಇದು 5–6 ತಿಂಗಳ ಮಾನ್ಸೂನ್ (~ 1200 ಮಿಮೀ ಮಳೆ) ಅನುಭವಿಸುತ್ತದೆ, ನಂತರ 3–4 ತಿಂಗಳ ಚಳಿಗಾಲವು ಹಗಲಿನ
 178 ತಾಪಮಾನದಲ್ಲಿ ಏರಿಕೆ ಮತ್ತು ರಾತ್ರಿಯ ತಾಪಮಾನದಲ್ಲಿ ಇಳಿಕೆಯೊಂದಿಗೆ ಇರುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 1). ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ, ಆರ್ಥಿಕ
 179 ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ (ಜೂನ್–ಆಗಸ್ಟ್) ಗರಿಷ್ಠ ಗಾಳಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯು ಆರ್ಥಿಕ ನಂತರದ ಅವಧಿಗಿಂತ (ಅಕ್ಟೋಬರ್–ಡಿಸೆಂಬರ್) ಸರಾಸರಿ

4°C ಕಡಿಮೆ ಇರುತ್ತದೆ, ಆಗ ಹಗಲಿನ ಗರಿಷ್ಠ ಮಟ್ಟವು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ರಾತ್ರಿಯ ಕನಿಷ್ಠ ಮಟ್ಟವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ
ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ (ಜೂನ್-ಆಗಸ್ಟ್) ಸರಾಸರಿ ಗರಿಷ್ಠ ಗಾಳಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯು 27.5 ರಷ್ಟಿತ್ತು. ± 0.2 °C. ಆದ್ದರಿಂದ ನಂತರದ ಅವಧಿ
(ಅಕ್ಟೋಬರ್-ಡಿಸೆಂಬರ್) 4.1 ಆಗಿತ್ತು. °C ಹೆಚ್ಚು ಬೆಚ್ಚಗಿರುತ್ತದೆ, ಸರಾಸರಿ ಗರಿಷ್ಠ ತಾಪಮಾನ 31.6 ± 0.14 °C. ಬೇಸಿಗೆಯ
ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಗರಿಷ್ಠ ಸರಾಸರಿ ಗರಿಷ್ಠ ತಾಪಮಾನ 35.8 ದಾಖಲಾಗಿದೆ. ± 0.17 °C, 4.2 ಆದ್ದರಿಂದ ನಂತರದ ಅವಧಿಗಿಂತ °C
ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ (ಚಿತ್ರ 1).



ಚಿತ್ರ 1 : ಫಲಕ (ಎ) ಅಧ್ಯಯನ ಸ್ಥಳದಿಂದ 2 ಕಿ.ಮೀ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಸಿಂಗನಮನೆ ಹವಾಮಾನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ (13.719217°N, 75.634778°E) ಋತುಮಾನದ ಮಾಸಿಕ ಸರಾಸರಿ ಗಾಳಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯು ಗರಿಷ್ಠ/ಕನಿಷ್ಠ, ಮತ್ತು ಮಾಸಿಕ ಒಟ್ಟು ಮಳೆ. ಮಾರ್ಚ್ 2025-ಫೆಬ್ರವರಿ 2026 ರ ದತ್ತಾಂಶವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ (ವಾರ್ಷಿಕ ಮಳೆ: 1284 ಮಿಮೀ). ಫಲಕ ಬಿ ಮೂರು ಅವಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಗರಿಷ್ಠ ಗಾಳಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

ಸಸ್ಯ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳು

ಎಲೆಗಳ ದೀರ್ಘಾಯುಷ್ಯದ ವರ್ಣಪಟಲವನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸಿರುವ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಬಲವಾದ ಮೇಲಾವರಣ ಮತ್ತು ಉಪ ಮೇಲಾವರಣ ಮರ ಪ್ರಭೇದಗಳನ್ನು ನಾವು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಿದ್ದೇವೆ - ಅಲ್ಪಾವಧಿಯ ಎಲೆಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ವರ್ಷಪೂರ್ತಿ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳವರೆಗೆ, ಅದೇ ಸೈಟ್‌ಗಾಗಿ ನಂದಾ (2012) ರ ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ಡೇಟಾವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ. ಈ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ಬರ - ಪತನಶೀಲ ಶಾಖ - ತಪ್ಪಿಸುವವರು ಮತ್ತು ದೀರ್ಘ ಎಲೆಗಳ ದೀರ್ಘಾಯುಷ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವಿಶಿಷ್ಟ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳು ಸೇರಿವೆ, ಇದರಿಂದಾಗಿ ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಎಲೆ ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ.

198 ಈ ಅಧ್ಯಯನವು ಭಾರತದ ಕರ್ನಾಟಕದ ಮಧ್ಯ ಪಶ್ಚಿಮ ಘಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿನ ಕಾಲೋಚಿತವಾಗಿ ಶುಷ್ಕ ಉಷ್ಣವಲಯದ
 199 ಕಾಡುಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಒಟ್ಟು 27 ಮರ ಪ್ರಭೇದಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ, ಇವು ವಿವಿಧ ಅನುಕ್ರಮ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಿಸಿವೆ
 200 (ಪೂರಕ ಕೋಷ್ಟಕ S1) (ಪ್ಯಾಸ್ಕಲ್ 1988) . ಮಳೆ ಮತ್ತು ಸ್ಥಳಾಕೃತಿಯ ಇಳಿಜಾರುಗಳೊಂದಿಗೆ ಒಣ ಅರಣ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ
 201 ಪತನಶೀಲದಿಂದ ಅರೆ- ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮತ್ತು ಆರ್ಧ್ರ ಅರಣ್ಯ ಪ್ರಕಾರಗಳಲ್ಲಿ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಕ್ಕೆ ಜಾತಿಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯು
 202 ಬದಲಾಯಿತು . ನಾವು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದ ಸ್ಥಳವು ಕ್ಲಿಲಿಯಾ ಕ್ಲೈಲೋಕಾರ್ಪಾ , ಟರ್ಮಿನಾಲಿಯಾ ಪ್ಯಾನಿಕ್ಯುಲಾಟಾ ,
 203 ಲ್ಯಾನಿಯಾ ಮುಂತಾದ ಪತನಶೀಲ ಜಾತಿಗಳಿಂದ ಪ್ರಾಬಲ್ಯ ಹೊಂದಿದೆ. ಕೊರೊಮ್ಯಾಂಡಲಿಕಾ , ಮತ್ತು ಕ್ಯಾರಿಯಾ
 204 ಅರ್ಬೋರಿಯಾ , ಟರ್ಮಿನೇಲಿಯಾ ಪ್ಯಾನಿಕ್ಯುಲಾಟಾ ಮತ್ತು ಕ್ಲಿಲಿಯಾ ಕ್ಲೈಲೋಕಾರ್ಪಾ ಜಂಟಿಯಾಗಿ ತಳ ಪ್ರದೇಶದ 50%
 205 ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು (ಕೃಷ್ಣಮೂರ್ತಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2010) ಹೊಂದಿವೆ , ಜೊತೆಗೆ ಟೆಕ್ಲೋನಾ ಗ್ರಾಂಡಿಸ್ , ಕ್ಯಾಟುನರೇಗಮ್ ಸ್ಟಿನೋಸಾ
 206 ಮತ್ತು ಟರ್ಮಿನೇಲಿಯಾ ಅನೋಜಿಸಿಯಾನಾ ಸೇರಿವೆ. ವಿಶಿಷ್ಟ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ ಆರ್ಬೋಕಾರ್ಪಸ್ ಹೆಟೆರೊಫಿಲ್ಲಸ್
 207 , ಸ್ಟೀಚೆರಾ ಒಲಿಯೋಸಾ , ಕ್ಯಾನಿನ್ ಗ್ಲೌಕಾ , ಫಿಕಸ್ ಬೆಂಫಲೆನ್ಸಿಸ್ , ಎಫ್. ಮ್ಯಾಕ್ರೋಕಾರ್ಪಾ , ಎಫ್. ರಿಲಿಜಿಯೋಸಾ ಮತ್ತು
 208 ಸ್ಯಾಂಬಲಮ್ ಆಲ್ಬಮ್ ಸೇರಿವೆ. ಮೇಲಾವರಣವು ಸುಮಾರು 15 ಮೀ ಎತ್ತರವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಸುಮಾರು ಎರಡು ಸ್ತರಗಳನ್ನು
 209 ಹೊಂದಿದೆ. ವಿವರವಾದ ವರ್ಗೀಕರಣ, ಕುಟುಂಬಗಳು ಮತ್ತು ಅನುಕ್ರಮ ಹಂತ ಮತ್ತು ಮೇಲಾವರಣ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು
 210 ಒಳಗೊಂಡಂತೆ ಪರಿಸರ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪೂರಕ ಕೋಷ್ಟಕ S1 ರಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿ ಜಾತಿಗೆ, ನಾವು ಐದು
 211 ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಮರಗಳನ್ನು (ಜೈವಿಕ ಪ್ರತಿರೋಧಿಗಳು) ಮಾದರಿ ಮಾಡಿದ್ದೇವೆ. ಈ ತಾಣವು ತೀವ್ರವಾದ ಸಸ್ಯಹಾರಿ ಮತ್ತು
 212 ಮಾಂಸಾಹಾರಿ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ ಮತ್ತಷ್ಟು ನಿರೂಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ, ಅದು ಕೆಳ ಮಹಡಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಬಲವಾಗಿ ನಿಗ್ರಹಿಸುತ್ತದೆ.

213 ನಾವು ಎರಡು ಮಾಪನ ಅಭಿಯಾನಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದ್ದೇವೆ: (ಎ) ಬೇಸಿಗೆಯ ಅಂತ್ಯದ ಮಾನ್ಸೂನ್ ಅವಧಿ (ಆಗಸ್ಟ್
 214 ಮಧ್ಯದಿಂದ ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ 2025 ರ ಅಂತ್ಯದವರೆಗೆ), ಇದನ್ನು 'ಆರ್ಧ್ರ ಅವಧಿ' ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು (ಬಿ) ನವೆಂಬರ್
 215 2025 ರ ಎರಡನೆಯಿಂದ ನಾಲ್ಕನೇ ವಾರದವರೆಗೆ, ಮಳೆಯ ನಂತರದ ಮತ್ತು ಕಡಿಮೆ ಕನಿಷ್ಠ ಗಾಳಿಯ ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು
 216 ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿರುವ ಗರಿಷ್ಠ ಗಾಳಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯಿಂದ ನಿರೂಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ, ಇದನ್ನು 'ಆರ್ಧ್ರ ನಂತರದ ಅವಧಿ' ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.
 217 ಎರಡೂ ಅಭಿಯಾನಗಳಿಗೆ, ನಾವು ಪ್ರತಿ ಸಮಯದ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನ ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ಹಂತವನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ
 218 ಎಲೆಗಳನ್ನು ಮಾದರಿ ಮಾಡಿದ್ದೇವೆ - ಎಲ್ಲಾ ಜಾತಿಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ಅಭಿಯಾನಗಳ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಬುದ್ಧ ಎಲೆಗಳನ್ನು
 219 ಹೊಂದಿದ್ದವು ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಗಮನಿಸುತ್ತೇವೆ. ಎಲೆಗಳ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪಿಕ್ ಪುನರ್ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು
 220 ನೆಲದಿಂದ ಸುಮಾರು 4-5 ಮೀ ದೂರದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಯಿತು. ಎರಡೂ ಅಭಿಯಾನಗಳಲ್ಲಿ, ಪೂರ್ಣ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿಗೆ

221 ಒಡ್ಡಿಕೊಂಡ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಬೆಳಿಗ್ಗೆ 9 ಗಂಟೆಯ ಮೊದಲು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಯಿತು. ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಹೈಡ್ರೀಕರಿಸಿದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ
 222 ಡಾರ್ಕ್ ಪಾಲಿಥಿನ್ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸಲಾಯಿತು.

223 **ಶಾಖ ಸಂಸ್ಕರಣಾ ಪರೀಕ್ಷೆ**

224 ನಾವು ತಿವಾರಿ ಮತ್ತು ಇತರರು, (2021) ಮತ್ತು ಕ್ರೌಸ್ (2010) ಪ್ರೋಟೋಕಾಲ್‌ಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ. ನಾವು 20
 225 ಮಿಮೀ ವ್ಯಾಸದ ಎಲೆ ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು ನೀರಿನ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಕತ್ತರಿಸಿ, ಎಲೆಯ ಪ್ರಮುಖ ಲ್ಯಾಮಿನಾ ಭಾಗವನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ
 226 - ಮಧ್ಯದ ನಾಳವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸುತ್ತೇವೆ. ಸಣ್ಣ ಎಲೆಗಳಿಗೆ, ನಾವು ಪ್ರತಿ ಎಲೆಗೆ ಒಂದು ಡಿಸ್ಕ್ ಅನ್ನು ಮತ್ತು ದೊಡ್ಡ ಲ್ಯಾಮಿನಾ
 227 ಎಲೆಗಳಿಗೆ, ನಾವು ಪ್ರತಿ ಎಲೆಗೆ 1-3 ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಹಾಕಿದ್ದೇವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯು ಮರದಿಂದ ಕನಿಷ್ಠ 10
 228 ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಎಲೆ ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿತ್ತು. ಎಲೆ ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು ಯಾದೃಚ್ಛಿಕವಾಗಿ ಆಯ್ಕೆಮಾಡಲಾಯಿತು ಮತ್ತು ಎಲೆ ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳ
 229 ಕತ್ತರಿಸಿದ ಅಂಚನ್ನು ಆವರಿಸುವ ಎರಡೂ ಬದಿಗಳಲ್ಲಿ ತೇವಾಂಶವುಳ್ಳ ಅಂಗಾಂಶ ಕಾಗದದ ಪದರದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿಡಲಾಯಿತು.
 230 ಎಲೆಗಳನ್ನು ಮುಟ್ಟದಂತೆ ಎಚ್ಚರಿಕೆ ವಹಿಸಲಾಯಿತು, ಮತ್ತು ಎಲೆ ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳು ಯಾವಾಗಲೂ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಉಳಿಯುತ್ತವೆ ಅಥವಾ
 231 ಆಮ್ಲಜನಕರಹಿತೀಕರಣವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು ಒದ್ದೆಯಾದ ಅಂಗಾಂಶ ಕಾಗದದಲ್ಲಿ ಮುಚ್ಚಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ (ಹ್ಯಾರಿಸ್ ಮತ್ತು ಹೆಬರ್ 1993) .
 232 ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಚೀಲಗಳಾಗಿ ವರ್ಗಾಯಿಸಲಾಯಿತು (50 × 60 ಮಿಮೀ), ಅವುಗಳನ್ನು ಸಮತಟ್ಟಾಗಿ ಮತ್ತು
 233 ತೆಳುವಾದ ನೀರಿನ ಪದರದಲ್ಲಿ ಮುಚ್ಚಲಾಗುತ್ತದೆ. ಚೀಲಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿ ತಾಪಮಾನ ಬಿಂದುವಿಗೆ ಕನಿಷ್ಠ ಮೂರು ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳ
 234 ಸೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಶಾಖ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಲಾಯಿತು. ಪೂರ್ವ-ಬಿಸಿಮಾಡಿದ ನೀರಿನಿಂದ ತಾಪಮಾನ-ನಿಯಂತ್ರಿತ ಥರ್ಮೋಸ್
 235 ಫ್ಲಾಸ್ಕ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಶಾಖ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ನಡೆಸಲಾಯಿತು. ಮಾಪನಾಂಕ ನಿರ್ಣಯಿಸಿದ K- ಮಾದರಿಯ ಥರ್ಮೋಕಪಲ್ ಪ್ರೋಬ್
 236 ಬಳಸಿ ಫ್ಲಾಸ್ಕ್‌ನ ಮಧ್ಯ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ತಾಪಮಾನವನ್ನು ದಾಖಲಿಸಲಾಯಿತು. ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಸೆಟ್‌ಗಳ ಎಲೆ ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು ಈ
 237 ಕೆಳಗಿನ ತಾಪಮಾನ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕೆ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ನೀಡಲಾಯಿತು: 35, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, ಮತ್ತು 60 °C ಮತ್ತು
 238 ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದ ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳ ಗುಂಪನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಣಗಳಾಗಿ ಬಳಸಲಾಯಿತು (ಸುಮಾರು 25 °C). ಶಾಖ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ನಂತರ, ಎಲೆ
 239 ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು ಟಿಶ್ಯೂ ಪೇಪರ್ ಮತ್ತು ನೀರಿನಿಂದ ಪೆಟ್ರಿ-ಡಿಶ್‌ಗಳಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಲಾಯಿತು. ಪೆಟ್ರಿ ಭಕ್ಷ್ಯಗಳನ್ನು
 240 ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ 24 ಗಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ಕಾವುಕೊಡಲಾಯಿತು. ಕಾವುಕೊಡುವ ಅವಧಿಯ ನಂತರ, ಡಿಸ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು
 241 ಟ್ಯಾಪ್-ಒಣಗಿಸಿ, ಡಾರ್ಕ್ ರೂಪಾಂತರಕ್ಕಾಗಿ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಲಕೋಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿ ನಂತರ ಮಲ್ಟಿಸ್ಟೆಕ್ v2.0 (
 242 ಫೋಟೋಸಿಸ್‌ಕ್ಯೂ , ಮಿಚಿಗನ್ ಸ್ಟೇಟ್ ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿ, ಯುಎಸ್‌ಎ) (ಕುಹ್ಲರ್‌ಗರ್ಡ್ ಮತ್ತು ಇತರರು 2016) ಬಳಸಿ F_v / F_m
 243 ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲಾಯಿತು .

244 PSII ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ನಿಯತಾಂಕಗಳ ನಿರ್ಣಯ

245 ಕೆಳಗಿನ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಪ್ರತಿ F_v / F_m - ತಾಪಮಾನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಸರಣಿಗೆ ಮೂರು-ಪ್ಯಾರಾಮೀಟರ್ ಲಾಜಿಸ್ಟಿಕ್ ಕರ್ವ್
246 ಅನ್ನು ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿದೆ :

$$247 \quad f = \frac{a}{1 + e^{(b * (\log(T) - \log(c)))}} \quad \text{ಸಮೀಕರಣ 1}$$

248 ಈ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ, T ಅನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಣಾ ತಾಪಮಾನ ಎಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲಾಗಿದೆ, b ವಕ್ರರೇಖೆಯ ಕಡಿದಾದಿಕೆ, a ಮೇಲಿನ
249 ಲಕ್ಷಣ, ಮತ್ತು c ಎಂಬುದು ಬಾಗುವ ಬಿಂದು. ಫಿಟ್‌ಗಳಿಂದ, ನಾವು (i) T_5 ಅನ್ನು ಹೊರತೆಗೆದಿದ್ದೇವೆ, ಇದರಲ್ಲಿ F_v / F_m ಗರಿಷ್ಠ ಮಟ್ಟದ
250 5% ಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು (ii) T_{50} ಅನ್ನು F_v / F_m ಗರಿಷ್ಠದ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ಇರುವ ತಾಪಮಾನವನ್ನು ಹೊರತೆಗೆದಿದ್ದೇವೆ. ಇದರ
251 ಜೊತೆಗೆ, T_{95} ಅನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ನಿಯತಾಂಕವನ್ನು F_v / F_m ನ ಮೌಲ್ಯಗಳು ಗರಿಷ್ಠ ಮಟ್ಟದ 95% ಗೆ
252 ಕಡಿಮೆಯಾಗುವ ತಾಪಮಾನ ಎಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲಾಗಿದೆ. T_5 ಮತ್ತು T_{95} ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಇಳಿತದ ಅಗಲ
253 ($DW = T_{95} - T_5$) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ, ಇದನ್ನು F_v / F_m ಗರಿಷ್ಠ ಮಟ್ಟದ 95% ರಿಂದ 5% ಗೆ ಇಳಿದ ತಾಪಮಾನ
254 ಶ್ರೇಣಿ ಎಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಲಾಗಿದೆ (ತಿವಾರಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2021) .

255 ಡೇಟಾ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ

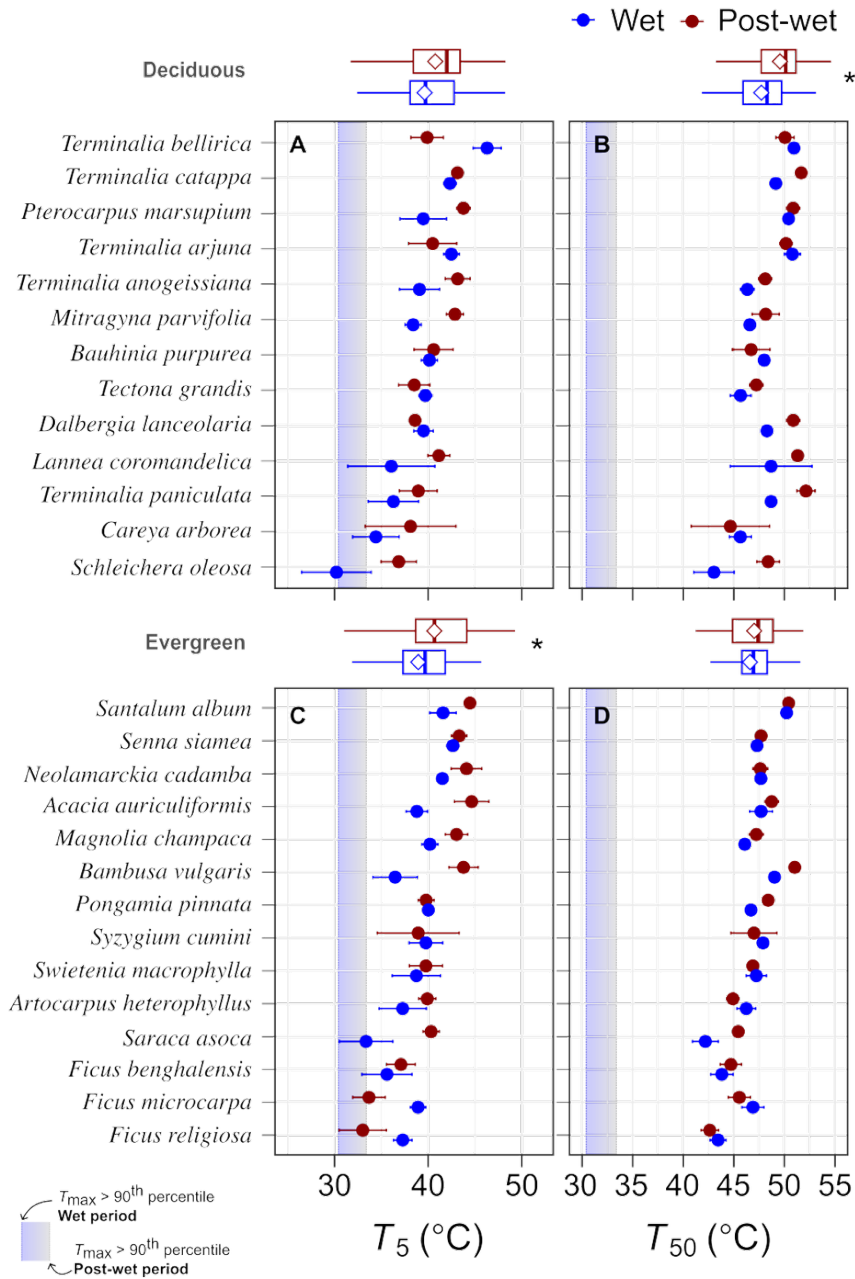
256 PSII ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ನಿಯತಾಂಕಗಳನ್ನು (T_5 , T_{50} , $DW = T_{95} - T_5$) F_v / F_m -ತಾಪಮಾನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ
257 ವಕ್ರಾಕೃತಿಗಳಿಗೆ Δ ಮೂರು-ಪ್ಯಾರಾಮೀಟರ್ ಲಾಜಿಸ್ಟಿಕ್ ಫಿಟ್‌ಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ (ಸಮೀಕರಣ 1). ಜಾತಿ-ಮಟ್ಟದ
258 ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿ ($T_5 =$ ಪೋಸ್ಟ್-ವೆಟ್ - ವೆಟ್ T_5 ; ಅದೇ ರೀತಿ, ΔT_{50}) ಅನ್ನು ರೇಖೀಯ ಮಿಶ್ರ-ಪರಿಣಾಮಗಳ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು (lmer ; ಬೇಟ್ಸ್ ಮತ್ತು
259 ಇತರರು) ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಮಾದರಿ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ . (2015)) ಎಲೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸ (ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ/ಪತನಶೀಲ), ಋತು
260 (ಆದ್ರ್ವ/ನಂತರದ ಆದ್ರ್ವ), ಮತ್ತು ಸ್ಥಿರ ಪರಿಣಾಮಗಳಾಗಿ ಅವುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆ, ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ಪ್ರತಿಬಂಧವಾಗಿ ಜಾತಿಗಳು,
261 (lme4 ಪ್ಯಾಕೇಜ್). ಸ್ಯಾಟರ್ವೆಟ್‌ನ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯದ ಡಿಗ್ರಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಟೈಪ್ III ANOVA ಸ್ಥಿರ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು
262 ಪರೀಕ್ಷಿಸಿತು (lmerTest), ಮತ್ತು ಮಾರ್ಜಿನಲ್ R^2 ಪರಿಮಾಣೀಕೃತ ಅಭ್ಯಾಸ ಪರಿಣಾಮಗಳು (MuMIn ಪ್ಯಾಕೇಜ್
263 ಬಾಟೋನ್). (2018)) (ಪೂರಕ ಕೋಷ್ಟಕ S2). ಒಟ್ಟಾರೆ ಸಮುದಾಯ ಎಂದರೆ ಸಾದೃಶ್ಯದ ಪ್ರತಿಬಂಧ-ಮಾತ್ರ
264 ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. $\Delta T_5 - \Delta T_{50}$ ಮತ್ತು $\Delta T_5 - DW$ ಬಳಸಿದ SMA ಹಿಂಜರಿತ (smatr ಪ್ಯಾಕೇಜ್) ಮತ್ತು
265 ಸಮನ್ವಯ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧಗಳು. ಉಷ್ಣ ಸುರಕ್ಷತಾ ಅಂಶಗಳನ್ನು ($TSM_{50} = \Delta T_{50} - T_{ಗಾಳಿ (90 ನೇ)}$; ಅದೇ

266 ರೀತಿ, $TSM_5 = \Delta T_5 - T_{\text{ಗಾಳಿ (90 ನೇ)}}$ ಮಿಶ್ರ ಮಾದರಿಗಳ ಮೂಲಕ ಹೋಲಿಸಲಾಗಿದೆ. ಬಳಸಿದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗಳು R 4.5.2 1 (R

267 ಕೋರ್ ತಂಡ, 2025) ; ggplot2 (ವಿಕ್ಟೋರ್ 2009) ಮೂಲಕ ಅಂಕಿತಗೊಳಿಸಲಾಗಿದೆ .

268 ಫಲಿತಾಂಶಗಳು

269 PSII ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯಲ್ಲಿ ತೇವದಿಂದ ತೇವದ ನಂತರದ ಅವಧಿಯ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿ



270

ಚಿತ್ರ 2 : ಆರ್ಥ ಮಾನ್ಯೂನ್ ಮತ್ತು ಆರ್ಥ ನಂತರದ ಅವಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಹ-ಸಂಭವಿಸುವ ಪತನಶೀಲ ಮತ್ತು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮರ ಪ್ರಭೇದಗಳ PSII ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆ (T_5 ಮತ್ತು T_{50}), ಋತುಮಾನದ ಗಾಳಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯ ಗರಿಷ್ಠತೆ ($T_{\text{ಗರಿಷ್ಠ}} > 90^\circ\text{C}$ ಶೇಕಡಾವಾರು) ಹೋಲಿಸಿದರೆ. ಪತನಶೀಲ (ಮೇಲಿನ ಸಾಲು) ಮತ್ತು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ (ಮಧ್ಯ ಸಾಲು) ಜಾತಿಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆ ಶಾಖ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಗಾಗಿ T_5 (ಎಡ ಫಲಕಗಳು, A,C) ಮತ್ತು T_{50} (ಬಲ ಫಲಕಗಳು, B,D) ಮಿತಿಗಳನ್ನು ಬಾರ್-ಪ್ಲಾಟ್‌ಗಳು ಚಿತ್ರಿಸುತ್ತವೆ. T_5 ಅಂಕಗಳು 5% F_v / F_m ಕುಸಿತ (ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಆರಂಭ), T_{50} ಅಂಕಗಳು 50% ಕುಸಿತ (ಹಾನಿ ಮಧ್ಯಬಿಂದು). ಕೆಳಗಿನ ಫಲಕಗಳು $T_{\text{ಗರಿಷ್ಠ}}$ ವಿತರಣೆಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ (30.4°C ಆರ್ಥ; 33.4°C ನಂತರದ ಆರ್ಥ), ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಭೇದಗಳು ದೊಡ್ಡ T_{50} ಬರ್ಫರ್‌ಗಳನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಆದರೆ ಆಯ್ಕೆ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳನ್ನು ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸುತ್ತವೆ (*Saraca asotica* , ಫಿಶ್‌ಜಾತಿಗಳು) ಮತ್ತು ಕ್ಯಾರಿಯಾ ಅಬೋರಿಯಾ T_5 ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಮಿತಿಗಳ ಬಳಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

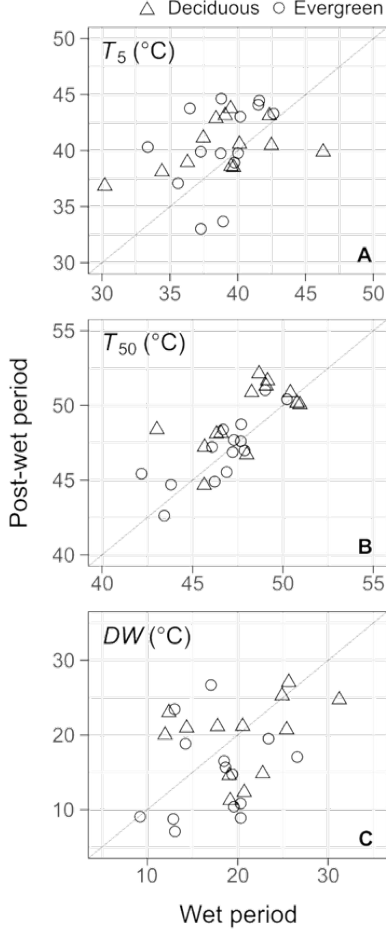
PSII ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ಆರಂಭ (T_5) ತೇವದಿಂದ ನಂತರದ ತೇವ ಅವಧಿಗಳಿಗೆ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಯಿತು ($F_{(1, 241)} = 9.24, p = 0.0026$), ಇದು ಕಾಲೋಚಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಡಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ, ಆದಾಗ್ಯೂ ಈ ಸರಳ ಮಾದರಿಯು ಕೇವಲ 2.7% ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ವಿವರಿಸಿದೆ (ಕನಿಷ್ಠ R^2) (ಚಿತ್ರ 2, A & C). ಒಂದು ಜಾತಿ $\times$ ಋತುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮಾದರಿಯು ಬಲವಾದ ಅಂತರ-ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸಿತು ($F_{(27, 215)} = 3.69, p < 0.0001$) ಮತ್ತು ಕಾಲೋಚಿತ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ದೃಢಪಡಿಸಿತು ($F_{(1, 215)} = 10.14, p = 0.0017$), ಗಮನಾರ್ಹ ಜಾತಿ $\times$ ಋತುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯೊಂದಿಗೆ ($F_{(26, 215)} = 1.71, p = 0.021$), T_5 ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಡಿಯ ಪ್ರಮಾಣವು ಜಾತಿಗಳಲ್ಲಿ ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ (ಕನಿಷ್ಠ $R^2 = 0.36$). ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು T_5 ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಕಾಲೋಚಿತ ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುವಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದರೂ, ಪ್ರಭೇದಗಳು ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಗೆ ಅವುಗಳ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಭಿನ್ನವಾಗಿವೆ ಎಂದು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ಎಲೆಯ ಅಭ್ಯಾಸ ಅಥವಾ ಅನುಕ್ರಮ ಸ್ಥಿತಿಯು ಋತುಗಳಲ್ಲಿ T_5 ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಡಿಯನ್ನು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಲಿಲ್ಲ (ಅಭ್ಯಾಸ: ಋತು $F_{(1, 240)} = 0.0025, p = 0.96$; ಅನುಕ್ರಮ: ಋತು $F_{(2, 239)} = 0.13, p = 0.88$), ಮುಖ್ಯ ಕಾಲೋಚಿತ ಪರಿಣಾಮವು ($F_{(1, 240)} = 9.18, p = 0.0027$) ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ ಆದರೆ ಸೀಮಿತ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ ($R^2 < 7\%$) (ಪೂರಕ ಚಿತ್ರ S1A). T_5 , ΔT_5 ರಲ್ಲಿ ತೇವದಿಂದ ತೇವದ ನಂತರದ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಪತನಶೀಲ ಮತ್ತು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಜಾತಿಗಳ ನಡುವೆ ಭಿನ್ನವಾಗಿಲ್ಲ ($F_{(1, 240)} = 0.009, p = 0.93$), ಮತ್ತು ಎಲೆಯ ಅಭ್ಯಾಸವು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಡಿಯಲ್ಲಿನ ಯಾವುದೇ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲಿಲ್ಲ (ಚಿತ್ರ 3, A).

PSII ಉಷ್ಣ ಹಾನಿ ಮಧ್ಯಬಿಂದು (T_{50}) ತೇವದಿಂದ ನಂತರದ ತೇವ ಅವಧಿಗಳಿಗೆ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ ($F_{(1, 241)} = 8.61, p = 0.0037$), ಇದು ಕಾಲೋಚಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಡಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ, ಆದಾಗ್ಯೂ ಈ ಸರಳ ಮಾದರಿಯು ಕೇವಲ 1.8% ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ವಿವರಿಸಿದೆ (ಕನಿಷ್ಠ R^2) (ಚಿತ್ರ 2, B & D). ಒಂದು ಜಾತಿ $\times$ ಋತುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮಾದರಿಯು ಬಲವಾದ ಅಂತರ-ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸಿತು ($F_{(26, 122)} = 8.19, p < 0.0001$) ಮತ್ತು ಕಾಲೋಚಿತ ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ದೃಢಪಡಿಸಿತು ($F_{(1, 122)} = 9.16, p = 0.0030$), ಗಮನಾರ್ಹವಲ್ಲದ ಜಾತಿ $\times$ ಋತುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯೊಂದಿಗೆ

297 ($F_{(26, 115)} = 1.28, p = 0.19$), ಇದು T_{50} ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸೀಮಿತ ಜಾತಿ-ಮಟ್ಟದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ (ಕನಿಷ್ಠ
 298 $R^2 = 0.49$). ಎಲೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸವು ಮುಖ್ಯ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ ($F_{(1, 25)} = 4.76, p = 0.039$) ಆದರೆ
 299 ಋತುವಿನೊಂದಿಗೆ ಯಾವುದೇ ಸಂವಹನವಿಲ್ಲ (ಅಭ್ಯಾಸ: ಋತು $F_{(1, 240)} = 2.60, p = 0.11$), ಆದರೆ ಅನುಕ್ರಮ ಸ್ಥಿತಿಯು
 300 ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿದ ಕಾಲೋಚಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿ (ಉತ್ತರ: ಋತು $F_{(2, 239)} = 2.79, p = 0.064$), ಮುಖ್ಯ ಕಾಲೋಚಿತ
 301 ಪರಿಣಾಮವು ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ ($F_{(1, 239)} = 5.04, p = 0.026$) ಆದರೆ ಸೀಮಿತ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ ($R^2 <$
 302 10%) (ಪೂರಕ ಚಿತ್ರ S1B). ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು T_{50} ಸಾಧಾರಣ ಕಾಲೋಚಿತ ಒಗ್ಗಿಸುವಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆಯಾದರೂ,
 303 ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯ ಪ್ರಮಾಣವು ಜಾತಿಗಳಾದ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಎಲೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ದುರ್ಬಲ ಮಾಡ್ಯುಲೇಷನ್
 304 ಮತ್ತು ಅನುಕ್ರಮ ಸ್ಥಿತಿಯ ಕನಿಷ್ಠ ಪ್ರಭಾವದೊಂದಿಗೆ. T_{50} , ΔT_{50} ರಲ್ಲಿ ತೇವದಿಂದ ತೇವದ ನಂತರದ ಬದಲಾವಣೆಗಳು
 305 ಪತನಶೀಲ ಮತ್ತು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಜಾತಿಗಳ ನಡುವೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ತೋರಿಸಲಿಲ್ಲ ($F_{(26, 115)} = 2.14, p = 0.16$), ಎಲೆಯ
 306 ಅಭ್ಯಾಸದೊಂದಿಗೆ (ಚಿತ್ರ 3, ಬಿ).

307 PSII ಕುಸಿತ ಅಗಲ (DW) ಆದ್ರೆದಿಂದ ನಂತರದ ಆದ್ರೆ ಅವಧಿಗಳಿಗೆ ($F_{(1, 241)} = 3.10, p = 0.079$) ಕನಿಷ್ಠ
 308 ಹೆಚ್ಚಳವನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ, ಇದು ದುರ್ಬಲ ಕಾಲೋಚಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ, ಈ ಸರಳ ಮಾದರಿಯು ಕೇವಲ 1.0%
 309 ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ (ಕನಿಷ್ಠ R^2). ಒಂದು ಜಾತಿ $\times$ ಋತುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮಾದರಿಯು ಬಲವಾದ ಅಂತರ-
 310 ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸಿತು ($F_{(26, 215)} = 3.11, p < 0.0001$) ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ಕಾಲೋಚಿತ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು
 311 ದೃಢಪಡಿಸಿತು ($F_{(1, 215)} = 3.39, p = 0.067$), ಗಮನಾರ್ಹ ಜಾತಿ $\times$ ಋತುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯೊಂದಿಗೆ ($F_{(26, 215)} = 1.64,$
 312 $p = 0.031$), ಜಾತಿಗಳು DW ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಭಿನ್ನವಾಗಿವೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ (ಕನಿಷ್ಠ $R^2 = 0.32$).
 313 ಎಲೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸವು ಮುಖ್ಯ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ ($F_{(1, 25)} = 5.99, p = 0.022$) ಆದರೆ ಋತುವಿನೊಂದಿಗೆ ಯಾವುದೇ
 314 ಸಂವಹನವಿಲ್ಲ (ಅಭ್ಯಾಸ: ಋತು $F_{(1, 240)} = 0.91, p = 0.34$), ಆದರೆ ಅನುಕ್ರಮ ಸ್ಥಿತಿಯು ಕಾಲೋಚಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯ ಯಾವುದೇ
 315 ಸಮನ್ವಯತೆಯನ್ನು ತೋರಿಸಲಿಲ್ಲ (ಉತ್ತರ: ಋತು $F_{(2, 239)} = 1.49, p = 0.23$), ಮುಖ್ಯ ಕಾಲೋಚಿತ ಪರಿಣಾಮವು ಸ್ವಲ್ಪ
 316 ಮಟ್ಟಿಗೆ ಮುಂದುವರಿದಿದೆ ($F_{(1, 239)} = 4.66, p = 0.032$) ಆದರೆ ಸೀಮಿತ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ ($R^2 < 6\%$). ಈ
 317 ಫಲಿತಾಂಶಗಳು DW ದುರ್ಬಲ ಕಾಲೋಚಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆಯಾದರೂ, ಜಾತಿಗಳು ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ
 318 ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆ, ಆದರೂ ಅಭ್ಯಾಸ ಅಥವಾ ಅನುಕ್ರಮ ಸ್ಥಿತಿಯು ಈ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯನ್ನು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ
 319 ಮಾರ್ಪಡಿಸುವುದಿಲ್ಲ. DW ನಲ್ಲಿ ತೇವದಿಂದ ತೇವದ ನಂತರದ ಬದಲಾವಣೆಗಳು, ΔDW ಪತನಶೀಲ ಮತ್ತು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ

- 320 ಜಾತಿಗಳ ನಡುವೆ ಭಿನ್ನವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ ($F_{(26, 115)} = 0.65, p = 0.43$), ಎಲೆಯ ಅಭ್ಯಾಸವು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ಕೇವಲ
- 321 0.7% ಅನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 3, ಸಿ).

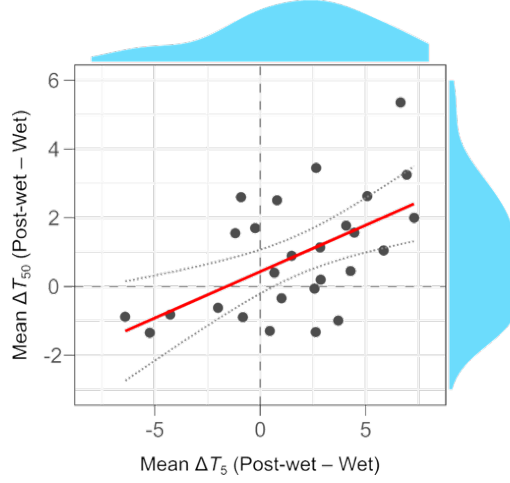


- 322
- 323 ಚಿತ್ರ 3: ಭಾರತದ ಮಧ್ಯ ಪಶ್ಚಿಮ ಘಟ್ಟಗಳ ಕಾಲೋಚಿತವಾಗಿ ಒಣಗಿದ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡಿನಲ್ಲಿ 27 ಮರ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ PSII
- 324 ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ನಿಯತಾಂಕಗಳಲ್ಲಿ (T_5 , T_{50} ಮತ್ತು ಅವನತಿ ಅಗಲ, ಪ್ಯಾನಲ್‌ಗಳು AC) ತೇವದಿಂದ ತೇವದ ನಂತರದ ಅವಧಿಯ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿ.
- 325 ವೃತ್ತಗಳು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಪ್ರಭೇದಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ; ತ್ರಿಕೋನಗಳು ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ.
- 326 ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚಿಹ್ನೆಯು ಜಾತಿಗಳ ಸರಾಸರಿಯನ್ನು ($n = 5$ ಮರಗಳು) ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಡ್ಯಾಶ್ ಮಾಡಿದ ರೇಖೆಯು 1:1
- 327 ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

328 T_5 ಮತ್ತು T_{50} ರಲ್ಲಿ ಸಂಘಟಿತ ಕಾಲೋಚಿತ ಬದಲಾವಣೆಗಳು

- 329 ಆರ್ಧ್ರ ನಂತರದ ಮತ್ತು ಆರ್ಧ್ರ ಅವಧಿಯ ಜಾತಿಗಳು T_5 ಮತ್ತು T_{50} ನಲ್ಲಿನ ಸರಾಸರಿ ಕಾಲೋಚಿತ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಮಧ್ಯಮವಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ
- 330 ಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿವೆ ($r = 0.59$, 95% CI: 0.24–0.80, $p = 0.0023$). ಸಂಕೇತ ಆಧಾರಿತ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯ ಪರೀಕ್ಷೆಯು
- 331 ಹೆಚ್ಚಿನ ಜಾತಿಗಳು T_5 ಮತ್ತು T_{50} ಗಳಲ್ಲಿ ಸಮಾನಾಂತರ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿವೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದೆ. ಫಿಶರ್‌ನ ನಿಖರವಾದ ಪರೀಕ್ಷೆಯು ಧನಾತ್ಮಕ
- 332 ΔT_5 ಹೊಂದಿರುವ ಜಾತಿಗಳು (ಆರ್ಧ್ರ ನಂತರದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮೌಲ್ಯದೊಂದಿಗೆ) ಧನಾತ್ಮಕ ΔT_{50} (ಆರ್ಧ್ರ ಅನುಪಾತ = 7.3,

333 95% CI: 0.82–106) ಅನ್ನು ಸಹ ತೋರಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿದೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿತು, ಆದಾಗ್ಯೂ ಈ
 334 ಸಂಬಂಧವು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಮಹತ್ವದ್ದಾಗಿತ್ತು ($p = 0.061$). ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು T_5 ಮತ್ತು T_{50} ಋತುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ
 335 ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 4).



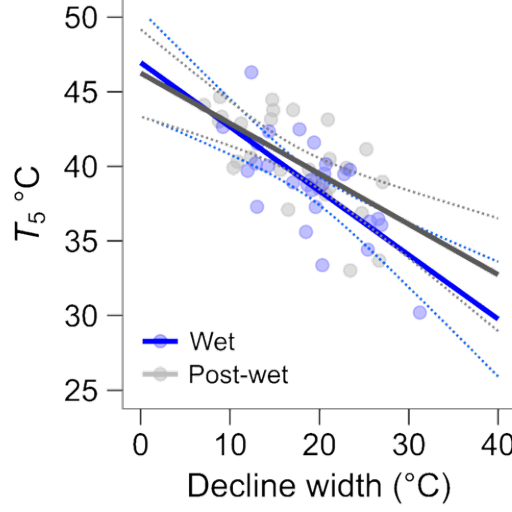
336

337 **ಚಿತ್ರ 4:** ಮಧ್ಯ ಪಶ್ಚಿಮ ಘಟ್ಟಗಳ ಕಾಲೋಚಿತವಾಗಿ ಶುಷ್ಕ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡಿನಲ್ಲಿ 24 ಮರ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ ΔT_5 ಮತ್ತು T_{50}
 338 ಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಘಟಿತ ಕಾಲೋಚಿತ ಬದಲಾವಣೆಗಳು . ಜಾತಿಗಳು-ಸರಾಸರಿ T_5 (ಆದ್ರ್ವ ನಂತರದ ಮೈನಸ್ ಆದ್ರ್ವ T_5 , °C) vs.
 339 ΔT_{50} (ಆದ್ರ್ವ ನಂತರದ ಮೈನಸ್ ಆದ್ರ್ವ T_{50} , °C) ಧನಾತ್ಮಕ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸುತ್ತದೆ ($r = 0.56$, p
 340 $= 0.0023$), ಹೆಚ್ಚಿನ ಜಾತಿಗಳು ಸಮಾನಾಂತರ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ (ಆಡ್ಸ್ ಅನುಪಾತ = 7.3, $p = 0.061$).
 341 ಪ್ರಮಾಣಿತ ಪ್ರಮುಖ ಅಕ್ಷದ ಇಳಿಜಾರು = 2.08, 95% CI: 1.49–2.90 ($R^2 = 0.32$, $p < 0.01$).

342 $\Delta T_5 \propto$ ಇಳಿತದ ಅಗಲ

343 ಋತುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಇಳಿಜಾರುಗಳೊಂದಿಗೆ ($\chi^2_1 = 0.62$, $p = 0.43$) ಆದ್ರ್ವ (ಇಳಿಜಾರು = -0.61 , 95% CI:
 344 -0.81 ರಿಂದ -0.46 , $R^2 = 0.50$, $p < 0.001$) ಮತ್ತು ನಂತರದ ಆದ್ರ್ವ (ಇಳಿಜಾರು = -0.52 , 95% CI: -0.70 ರಿಂದ
 345 -0.38 , $R^2 = 0.43$, $p < 0.001$) ಅವಧಿಗಳಲ್ಲಿ SMA ಹಿಂಜರಿತವು ಗಮನಾರ್ಹವಾದ ಋಣಾತ್ಮಕ $T_5 - DW$ ಸಂಬಂಧವನ್ನು
 346 ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸಿತು . ರೇಖೀಯ ಮಿಶ್ರ-ಪರಿಣಾಮಗಳ ಮಾದರಿಯು ಬಲವಾದ DW ಮುಖ್ಯ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ದೃಢಪಡಿಸಿತು (
 347 $F_{(1, 36)} = 79.4$, $p < 0.001$; ಮಾರ್ಜಿನಲ್ $R^2 = 0.59$) ಆದರೆ ನಂತರದ ಆದ್ರ್ವ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ (ಋತು $\times$ ಅಭ್ಯಾಸ: $F_{(1, 28)}$
 348 $= 4.71$, $p = 0.039$; ಮೂರು-ಮಾರ್ಗ: $F_{(1, 28)} = 5.77$, $p = 0.023$) ಅಭ್ಯಾಸ-ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮನ್ವಯತೆಯನ್ನು
 349 ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸಿತು (ಚಿತ್ರ 5). ಹೀಗಾಗಿ, ಹೆಚ್ಚಿನ- T_5 ಪ್ರಭೇದಗಳು ಕಿರಿದಾದ DW (ತಡೆಗಟ್ಟುವಿಕೆ-ಕೇಂದ್ರಿತ) ಅನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾಗಿ
 350 ತೋರಿಸುತ್ತವೆ, ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳು ಮತ್ತು ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಈ ವ್ಯಾಪಾರ-

351 ವಹಿವಾಟಿನಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇದು ತಡೆಗಟ್ಟುವಿಕೆ/ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ಚೌಕಟ್ಟನ್ನು ವೈವಿಧ್ಯಮಯ SDTF ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿ
352 ಕಾಲೋಚಿತ ಡೈನಾಮಿಕ್ಸ್‌ಗೆ ವಿಸ್ತರಿಸುತ್ತದೆ.



353

354 **ಚಿತ್ರ 5 :** PSII ಶಾಖ ಸಂವೇದನೆ ಆರಂಭದ ತಾಪಮಾನ (T_5) ಮತ್ತು ಅವನತಿ ಅಗಲದ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ, T_{95} ರಿಂದ T_5 ವರೆಗಿನ ತಾಪಮಾನ
355 ವಿಂಡೋ . ಆರ್ಧ ಮತ್ತು ನಂತರದ ಆರ್ಧ ಅವಧಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರಮಾಣಿತ ಪ್ರಮುಖ ಅಕ್ಷದ ಹಿಂಜರಿತ (ರೇಖೀಯ) ಮಾದರಿ ಫಿಟ್
356 ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿತ್ತು, ಇಳಿಜಾರುಗಳು ಸಂಖ್ಯಾಶಾಸ್ತ್ರೀಯವಾಗಿ ಅಸಡ್ಡೆ ಹೊಂದಿದ್ದವು.

357 **PSII ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಮಿತಿಗಳಿಗೆ ಸಾಮೀಪ್ಯ: ಉಷ್ಣ ಸುರಕ್ಷತಾ ಅಂಚು**

358 T_{50} ಆಧಾರಿತ ಉಷ್ಣ ಸುರಕ್ಷತಾ ಅಂಚುಗಳು ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಭೇದಗಳಿಗೆ ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದವು, ಅಂದರೆ 90 ನೇ ಶೇಕಡಾಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ
359 ಕಾಲೋಚಿತ ಗರಿಷ್ಠ ಗಾಳಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯು ಎರಡೂ ಅವಧಿಗಳಲ್ಲಿ PSII ಹಾನಿಯ ಮಧ್ಯಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಎಂದಿಗೂ
360 ಸಮೀಪಿಸಲಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ, T_5 ಆಧಾರಿತ ಅಂಚುಗಳು ಕೆಲವು ಪ್ರಭೇದಗಳು ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಮಿತಿಗಳಿಗೆ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿ
361 ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸಿದವು: ಆರ್ಧ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ, ಸರಕಾ ಅಸೋಕಾ ಮತ್ತು ಸ್ಕ್ಲಿ ಜೆರಾ ಒಲಿಯೋಸಾ
362 ಆರ್ಧ ಋತುವಿನ ಟೆ ಗರಿಷ್ಠ > 90 ನೇ ಶೇಕಡಾವಾರು ಬಳಿ ಟೆ 5 ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದವು , ಮತ್ತು ಆರ್ಧ ನಂತರದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಫಿಕ್ಸ್
363 ಮ್ಯಾಕ್ರೋಕಾರ್ಪಾ ಮತ್ತು ಎಫ್. ರಿಲಿಜಿಯೋಸಾ ಆರ್ಧ ನಂತರದ ಟೆ ಗರಿಷ್ಠ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಇದೇ ರೀತಿ ಸಣ್ಣ ಅಂಚುಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿದವು . ಪತನಶೀಲ
364 ಪ್ರಭೇದಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಆರಾಮದಾಯಕ ಬಫರ್‌ಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದವು, ಯಾವುದೂ ನೇರವಾಗಿ ಕಾಲೋಚಿತ ಟೆ
365 ಗರಿಷ್ಠವನ್ನು ಅತಿಕ್ರಮಿಸಲಿಲ್ಲ, ಆದರೂ ಕ್ಯಾರಿಯಾ ಅಬೋರಿಯಾ ಕಡಿಮೆ ಅಂಚು ತೋರಿಸಿತು ಮತ್ತು ಆರ್ಧ ನಂತರದ ಮೇಲಿನ ಮಿತಿಗಳ
366 ಕಡೆಗೆ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸಿತು. ಒಟ್ಟಾರೆಯಾಗಿ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಟೆ 5 ಮತ್ತು ಅರಿತುಕೊಂಡ ಗಾಳಿಯ ಉಷ್ಣತೆಯ
367 ವಿಪರೀತಗಳ ನಡುವೆ ಗಣನೀಯ ಪ್ರತ್ಯೇಕತೆಯನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಂಡವು, ಆದರೆ ತಡವಾಗಿ-ಅನುಕ್ರಮದ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳ ಸಣ್ಣ

368 ಉಪವಿಭಾಗ ಮತ್ತು ಒಂದು ಆರಂಭಿಕ ಅನುಕ್ರಮ ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಈಗಾಗಲೇ ಉದಯೋನ್ಮುಖ ಕಾಲೋಚಿತ ಶಾಖ
369 ನಿರ್ಬಂಧಗಳ ಬಳಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

370 **ಚರ್ಚೆ**

371 ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ತಂತ್ರ ಮತ್ತು PSII ಉಷ್ಣ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯ ಡಿಕೌಪ್ಲಿಂಗ್

372 ಉಷ್ಣವಲಯದ ಪರಿಸರ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕೇಂದ್ರ ಉಹೆಯೆಂದರೆ ಎಲೆ ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ತಂತ್ರ ಮತ್ತು ಶಾರೀರಿಕ
373 ಥರ್ಮೋಟೋಲರನ್ಸ್ ನಿಯಂತ್ರಣವು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಬೆಸೆದುಕೊಂಡಿದೆ; ಅಂದರೆ, ವರ್ಷಪೂರ್ತಿ PSII ಸ್ಥಿರೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಹೂಡಿಕೆ
374 ಮಾಡುವ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳು, ಎಲೆ ಉದುರುವಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಿಕೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುವ ಪತನಶೀಲ
375 ಪ್ರಭೇದಗಳು (Sastry & Barua 2017; Sastry *et al.* 2018) . ನಮ್ಮ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಈ ಉಹೆಯನ್ನು ನೇರವಾಗಿ
376 ಪ್ರಶ್ನಿಸುತ್ತವೆ. T_5 ಮತ್ತು $T_{5\text{ ಎರಡೂ}}$ ಸಮುದಾಯದಾದ್ಯಂತ ಆದ್ರ್ವದಿಂದ ಆದ್ರ್ವ ನಂತರದ ಅವಧಿಗೆ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಆದರೆ
377 ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾದವು, ಆದರೂ ಈ ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುವಿಕೆಯ ಪ್ರಮಾಣವು ಎಲೆ ಅಭ್ಯಾಸ ಅಥವಾ ಅನುಕ್ರಮ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ
378 ರಚನೆಯಾಗುವ ಬದಲು ಅಗಾಧವಾಗಿ ಜಾತಿ-ವಿಲಕ್ಷಣವಾಗಿತ್ತು. ಹೀಗಾಗಿ ಶಾರೀರಿಕ PSII ನಿಯಂತ್ರಣ ಮತ್ತು ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್
379 ಶಾಖ-ತಪ್ಪಿಸುವಿಕೆ ಉಷ್ಣ ತಂತ್ರದ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸ್ವತಂತ್ರ ಅಕ್ಷಗಳಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವಂತೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ, ಪತನಶೀಲ
380 ಪ್ರಭೇದಗಳು ಎಲೆ ಉದುರುವಿಕೆಗೆ ಶಾಖ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯನ್ನು ನಿಯೋಜಿಸುವುದಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳು ಅಸಮಾನ PSII
381 ಅಪ್‌ರೆಗ್ಯುಲೇಷನ್ ಮೂಲಕ ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಮಾನ್ಯತೆಗೆ ಸರಿದೂಗಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಎರಡೂ ಗುಂಪುಗಳು ಒಂದೇ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ
382 ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂದರೆ ಜಾತಿಗಳು ಎರಡೂ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸೆಳೆಯುತ್ತವೆ, ವಿಶಾಲ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಗುಂಪುಗಳಿಗಿಂತ
383 ವೈಯಕ್ತಿಕ ಜೀವನ-ಇತಿಹಾಸದ ಪಥಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುವ ಸಂಯೋಜನೆಗಳಲ್ಲಿ.

384 ವಿಮರ್ಶಾತ್ಮಕವಾಗಿ, ನಮ್ಮ ಮಾದರಿಯು ಒತ್ತಡವಿಲ್ಲದ ವಿಂಡೋದಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ,
385 ಎಲೆಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪಕ್ವವಾದಾಗ, ನೀರು ಸೀಮಿತವಾಗಿಲ್ಲದಿರುವಾಗ ಮತ್ತು ತಾಪಮಾನವು ಏರುತ್ತಿರುವಾಗ ಆದರೆ
386 ಇನ್ನೂ ಗರಿಷ್ಠ ಶುಷ್ಕ-ಋತುವಿನ ತೀವ್ರತೆಗಳನ್ನು ತಲುಪದಿರುವಾಗ ಆದ್ರ್ವ ಮತ್ತು ನಂತರದ ಅವಧಿಗಳು. ಈ ವಿನ್ಯಾಸವು
387 ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕ ಮತ್ತು ಮಾಹಿತಿಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ: ಗರಿಷ್ಠ ಶುಷ್ಕ-ಋತುವಿನ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುವ ಬರ ಒತ್ತಡ, ಎಲೆಗಳ
388 ವೃದ್ಧಾಪ್ಯ ಮತ್ತು ಎಲೆಗಳ ವಿರೂಪತೆಯ ಗೊಂದಲಮಯ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಹೊರಗಿಡುವ ಮೂಲಕ (Sastry & Barua 2017;
389 Slot *et al.* 2021) , ನಾವು PSII ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣ ಸಂಕೇತವನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುತ್ತೇವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಪತ್ತೆಯಾದ ಸಾಧಾರಣ ಆದರೆ

390 ಗಮನಾರ್ಹವಾದ ಒಗ್ಗಿಸುವಿಕೆ, T_{50} ರಲ್ಲಿ ಸರಿಸುಮಾರು 1.7°C ಮತ್ತು T_{50} ರಲ್ಲಿ 0.9°C - ಆದ್ದರಿಂದ PSII ಸಮಗ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡ-ಪ್ರೇರಿತ
 391 ಅಥವಾ ವೃದ್ಧಾಪ್ಯ-ಸಂಬಂಧಿತ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಗಿಂತ ನಿಜವಾದ ಉಷ್ಣ-ಚಾಲಿತ ಶಾರೀರಿಕ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು
 392 ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಬಯೋಮ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ನಗರ-ಉದ್ಯಾನ ಮತ್ತು ಕ್ಷೇತ್ರ ಅಧ್ಯಯನಗಳಲ್ಲಿ ವರದಿಯಾದ
 393 ಭಾಗಶಃ ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುವಿಕೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿದೆ (ತವ್ಫೇನೆನ್ ಮತ್ತು ಇತರರು 2022; ಕುಲ್‌ಬರ್ಗ್ ಮತ್ತು ಫೀಲಿ 2024; ಮಾಂಜಿ
 394 ಮತ್ತು ಇತರರು 2025) , ಆದರೆ ಆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಸಮುದಾಯ-ವ್ಯಾಪಿ, ಜೋಡಿಯಾಗಿರುವ, ಒತ್ತಡವಿಲ್ಲದ ಸಂದರ್ಭಕ್ಕೆ
 395 ವಿಸ್ತರಿಸುತ್ತದೆ, ಇದನ್ನು ಈ ಹಿಂದೆ SDTF ಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಮಾಣೀಕರಿಸಲಾಗಿಲ್ಲ. ಒತ್ತಡವಿಲ್ಲದ ವಿಂಡೋವು ಪೀಕ್-ಸೀಸನ್
 396 ಹೋಲಿಕೆಗಳಿಗಿಂತ PSII ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯ ಮಿತಿಗಳು ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಬೇಸ್‌ಲೈನ್
 397 ಅನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಭವಿಷ್ಯದ ಉಷ್ಣ ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುವಿಕೆಯ ಅಧ್ಯಯನಗಳಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ
 398 ಸೇರಿಸಬೇಕೆಂದು ನಾವು ಸೂಚಿಸುತ್ತೇವೆ.

399 ಎಲೆಯುದುರುವ ಜಾತಿಗಳು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ T_{50} ಅನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ : ಎಲೆ

400 ಅರ್ಥಶಾಸ್ತ್ರದ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನ.

401 ನಮ್ಮ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಪ್ರಭೇದಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಹೆಚ್ಚಿನ T_{50} , ವಿರುದ್ಧ
 402 ಮಾದರಿಯನ್ನು ವರದಿ ಮಾಡಿದ ಮತ್ತು ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಉಷ್ಣ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡಿಕೊಳ್ಳುವ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ರಚನಾತ್ಮಕ ಪೂರೈಕೆ ಹೂಡಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಿದ ಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು
 403 ಬರುವಾ (2017) ರೊಂದಿಗೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿದೆ . ಆದಾಗ್ಯೂ, ಒಂದು ನಿರ್ಣಾಯಕ ಸಂದರ್ಭೋಚಿತ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು:
 404 ಅವರ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ನಗರ ಉದ್ಯಾನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಸಲಾಯಿತು, ಅಲ್ಲಿ ಜಾತಿಗಳು ಮಾರ್ಪಡಿಸಿದ
 405 ಮೈಕ್ರೋಕ್ಲೈಮೇಟ್‌ಗಳು, ಬದಲಾದ ಮಣ್ಣಿನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು ಮತ್ತು ಕಡಿಮೆಯಾದ ಮೇಲಾವರಣ ಸ್ಪರ್ಧೆಯ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ
 406 ಬೆಳೆಯುತ್ತಿದ್ದವು, ಇದು ಆಂತರಿಕ ಥರ್ಮೋಟೋಲರೆನ್ಸ್ ತಂತ್ರಗಳ ಅಭಿವ್ಯಕ್ತಿಯನ್ನು ಗೊಂದಲಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ
 407 ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ, ನಮ್ಮ ಅಧ್ಯಯನವು ಅವುಗಳ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಅರಣ್ಯ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಜಾತಿಗಳನ್ನು ಮಾದರಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ, ಅಲ್ಲಿ
 408 ಮೇಲಾವರಣ ಸ್ಥಾನ, ಅಂತರ-ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಪರ್ಧೆ ಮತ್ತು ಕಾಲೋಚಿತ ಮೈಕ್ರೋಕ್ಲೈಮೇಟ್ ವಿಕಸನೀಯ ಆಯ್ಕೆಯ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ
 409 ಎಲೆಯ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಸಂವಹನ ನಡೆಸುತ್ತವೆ.

410 ನಮ್ಮ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಅರಣ್ಯ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಪತನಶೀಲ T_{50} ದೀರ್ಘಾಯುಷ್ಯ ಮತ್ತು ಸಂಪನ್ಮೂಲ
 411 ಹಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಬೇರೂರಿರುವ ಎಲೆ ಅರ್ಥಶಾಸ್ತ್ರದ ವಾದವನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ನಾವು ಸೂಚಿಸುತ್ತೇವೆ. ಪತನಶೀಲ
 412 ಪ್ರಭೇದಗಳು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಆರ್ಥ ಋತುವಿನ ವಿಂಡೋದಲ್ಲಿ ಎಲೆ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೂಡಿಕೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ, ಸೀಮಿತ

413 ಜೀವಿತಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಆದಾಯವನ್ನು ಗರಿಷ್ಠಗೊಳಿಸಬೇಕಾದ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ವೃದ್ಧಾಪ್ಯಕ್ಕೆ
 414 ಮುಂಚಿತವಾಗಿ ಏರುತ್ತಿರುವ ಆರ್ಥಿಕ ನಂತರದ ತಾಪಮಾನವನ್ನು ಸಹಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಸಂಕುಚಿತ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ವಿಂಡೋವು
 415 ವಿಮಾ ತಂತ್ರವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬೇಸ್‌ಲೈನ್ PSII ಉಷ್ಣ ದೃಢತೆಯನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡಬಹುದು, ಏಕೆಂದರೆ ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು
 416 ಹೆಚ್ಚಿನ ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಶಾಖದ ಮಾನ್ಯತೆಯನ್ನು ಎದುರಿಸುತ್ತವೆ, ಆದರೆ ಮಧ್ಯ-ಋತುವಿನ ಎಲೆ ಬದಲಿ ಕಾರ್ಯಸಾಧ್ಯವಲ್ಲ.
 417 ಇದು ನಿಧಾನ-ವೇಗದ ಸಂಪನ್ಮೂಲ ಸ್ವಾಧೀನ ವರ್ಣಪಟಲದೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ, ಅಲ್ಲಿ ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ
 418 ಅಲ್ಪಾವಧಿಯ, ಹೆಚ್ಚಿನ-ರಿಟರ್ನ್ ಎಲೆಗಳು ದೀರ್ಘಕಾಲೀನ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಎಲೆಗಳ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಪ್ರದಾಯವಾದಿ ಹೂಡಿಕೆಗಳಿಗೆ
 419 ಹೋಲಿಸಿದರೆ ವಿಭಿನ್ನ ಉಷ್ಣ ಲಕ್ಷಣ ಸಂಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದೆ (ರುಸ್ಸೋ & ಕಿಟಾಜಿಮಾ
 420 2016; ಸ್ಲಾಟ್ ಮತ್ತು ಇತರರು 2021) . ಇದಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿ, ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಪ್ರಭೇದಗಳು ದೀರ್ಘ ಎಲೆ ಜೀವಿತಾವಧಿಯಲ್ಲಿ
 421 PSII ಹಾನಿ ಮತ್ತು ದುರಸ್ತಿ ವೆಚ್ಚವನ್ನು ಹರಡಬಹುದು, ರಚನಾತ್ಮಕ ದೃಢತೆಗಿಂತ D1 ವಹಿವಾಟು ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿರುವ
 422 ಒಗ್ಗಿಸುವಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ಮಧ್ಯಮ ಪುನರಾವರ್ತಿತ ಉಷ್ಣ ಅಡಚಣೆಯನ್ನು ಸಹಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ (ಯಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2022) .
 423 ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಎಲೆ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ, ಎಲೆ ಸಾರಜನಕ ಮತ್ತು ಎಲೆ ಜೀವಿತಾವಧಿಯಂತಹ ಎಲೆ ಆರ್ಥಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳ ನೇರ ಹೋಲಿಕೆ ಎರಡೂ
 424 ಡೇಟಾಸೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಈ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಉತ್ಪಾದಕ ಮಾರ್ಗವಾಗಿದೆ.

425 ಋತುಗಳಲ್ಲಿ T_5-DW ತಡೆಗಟ್ಟುವಿಕೆ-ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ವಿನಿಮಯದ ಸಂರಕ್ಷಣೆ .

426 ಋಣಾತ್ಮಕ $T_5 - DW$ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಎರಡೂ ಋತುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂರಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದೆ, ಇದು ತಡೆಗಟ್ಟುವಿಕೆ-ವಿರುದ್ಧ-ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ
 427 ಅಕ್ಷವು ಕಾಲೋಚಿತ ಕಲಾಕೃತಿಗಿಂತ PSII ಉಷ್ಣ ತಂತ್ರದ ಸ್ಥಿರ ಆಯಾಮವನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ದೃಢಪಡಿಸುತ್ತದೆ
 428 (ತಿವಾರಿ ಮತ್ತು ಇತರರು 2021) . ಆರ್ಥಿಕ ಮತ್ತು ನಂತರದ ಆರ್ಥಿಕ ಅವಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಇಳಿಜಾರುಗಳು ಜಾತಿಗಳು
 429 ತಮ್ಮ ಉಷ್ಣ ಆರಂಭವನ್ನು ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯೊಂದಿಗೆ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸಿದಾಗ, ಅವುಗಳ F_v / F_m - ತಾಪಮಾನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯ
 430 ಆಕಾರವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ನಂತರದ ಆರ್ಥಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿ
 431 ಅಭ್ಯಾಸ-ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿದೆ: ತಾಪಮಾನ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ತಡೆಗಟ್ಟುವಿಕೆ-ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ಅಕ್ಷದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ
 432 ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮತ್ತು ಪತನಶೀಲ ಜಾತಿಗಳು, ವ್ಯಾಪಾರ-ವಹಿವಾಟು ಸ್ವತಃ ಸಂರಕ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದರೂ, ಅದರ ಉದ್ದಕ್ಕೂ
 433 ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಂಡಿರುವ ಸ್ಥಾನ ಜಾತಿಗಳು ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ
 434 ಎಂದು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ತಂತ್ರ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಡೈನಾಮಿಕ್ಸ್ ನಡುವಿನ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು
 435 ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ, ಇದು ಪೂರ್ಣ ವಾರ್ಷಿಕ ಚಕ್ರದಾದ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ತನಿಖೆಯನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತದೆ.

436 ಅಭ್ಯಾಸದೊಳಗಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಬೈನರಿ ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ವರ್ಗೀಕರಣದ ಮಿತಿಗಳು

437 ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮತ್ತು ಪತನಶೀಲ ಗುಂಪುಗಳೆರಡರಲ್ಲೂ, ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಕಾಲೋಚಿತ ಬದಲಾವಣೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ
438 ಗಣನೀಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ತೋರಿಸಿದವು: ಕೆಲವು T_5 , T_{50} , ಅಥವಾ DW ಅನ್ನು ತೇವದಿಂದ ನಂತರದ ತೇವಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದವು,
439 ಇತರವು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಬಹುದಾದ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ತೋರಿಸಲಿಲ್ಲ, ಮತ್ತು ಒಂದು ಉಪವಿಭಾಗವು ಸಾಧಾರಣ ಕುಸಿತವನ್ನು
440 ತೋರಿಸಿತು. ಈ ಅಭ್ಯಾಸದೊಳಗಿನ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯು ಬೈನರಿ ಲೀಫ್ ಹ್ಯಾಬಿಟ್ ವರ್ಗೀಕರಣವು ಉಷ್ಣ ತಂತ್ರದ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ
441 ಒರಟಾದ ಅಕ್ಷವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಸೆರೆಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇಲ್ಲಿ ದಾಖಲಿಸಲಾದ PSII ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯ ಜಾತಿ-ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ವರೂಪವು
442 ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಗುಂಪುಗಳು ಪರಿಹರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ನಿಜವಾದ ಜೈವಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬ
443 ತೀರ್ಮಾನವನ್ನು ಬಲಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರೌಢ ಎಲೆ ಧಾರಣದ ಅವಧಿ, ಎಲೆ ವೃದ್ಧಾಪ್ಯ ಮತ್ತು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವಿಕೆಯ ಸಮಯ ಮತ್ತು
444 ವೇಗ ಮತ್ತು ಎಲೆ ವಹಿವಾಟಿನಲ್ಲಿ ಕಾಲೋಚಿತ ಆದ್ಯತೆಗಳು ಸೇರಿದಂತೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮ-ಪ್ರಮಾಣದ ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು
445 ಸರಳ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ-ಪತನಶೀಲ ದ್ವಿಗುಣಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ನಿಖರವಾಗಿ ಉಷ್ಣ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ.
446 ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದ 27 ಜಾತಿಗಳಲ್ಲಿ, ನಮ್ಮ ಬೈನರಿ ವರ್ಗೀಕರಣದಿಂದ ಸೆರೆಹಿಡಿಯದ ಈ ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ
447 ಅರ್ಥಪೂರ್ಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಬರ-ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಬೇಸಿಗೆಯ ಗರಿಷ್ಠ ಅವಧಿಯನ್ನು
448 ತಾಪಮಾನವು ಗರಿಷ್ಠವಾಗುವ ಮೊದಲೇ ಎಲೆಗಳನ್ನು ಉದುರಿಸುವ ಮೂಲಕ ತಪ್ಪಿಸುತ್ತವೆ (ಉದಾ, ಎಲ್.
449 ಕೊರೊಮ್ಯಾಂಡಲಿಕಾ, ಸಿ. ಅಬೊರಿಯಾ, ಎಸ್. ಒಲಿಯೋಸಾ), ಈ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಪ್ರಭೇದಗಳು
450 ಬೇಸಿಗೆಯ ನಂತರದ ತಿಂಗಳುಗಳಲ್ಲಿ (ಎ. ಹೆಟೆರೊಫಿಲ್ಲಸ್, ಎನ್. ಕ್ಯಾಡಂಬಾ, ಮತ್ತು ಫೆಕಸ್ ಎಸ್‌ಪಿಪಿ; ಟಿ. ಬೆಲ್ಲರಿಕಾ, ಟಿ.
451 ಪ್ಯಾನಿಕ್ಯುಲಾಟಾ, ಟಿ. ಅನೋಗೇಸಿಯಾನಾ ಮುಂತಾದ ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು) (ನಂದಾ ಮತ್ತು ಇತರರು 2012)
452 ಎಲೆಗಳನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಅಥವಾ ಬಿಡುತ್ತವೆ, ಇದು ವರ್ಷದ ಅತ್ಯಂತ ಬಿಸಿಯಾದ ಅವಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕೆ
453 ಅನುರೂಪವಾಗಿದೆ. ಈ ಪ್ರಭೇದಗಳು ತಮ್ಮ ಅಭ್ಯಾಸ-ಗುಂಪಿನ ಗೆಳೆಯರಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ವಿಭಿನ್ನ ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ
454 ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ನಿಯೋಜಿಸುತ್ತವೆಯೇ ಎಂಬುದು ಮುಕ್ತ ಪ್ರಶ್ನೆಯಾಗಿ ಉಳಿದಿದೆ, ಅದು ಮೀಸಲಾದ ತನಿಖೆಯನ್ನು
455 ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಅಭ್ಯಾಸ-ಒಳಗಿನ ವೈತರಿಕ್ತತೆಯನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಲು ಪೂರ್ಣ ವಾರ್ಷಿಕ ಚಕ್ರದಾದ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ-ಆವರ್ತನ
456 ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆಯ ಅಗತ್ಯವಿರುತ್ತದೆ, ಎಲೆ ಹಂತ ಮತ್ತು ವಹಿವಾಟು ದರಗಳನ್ನು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯ ಸಮಯ
457 ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಲಾದ PSII ಉಷ್ಣ ಮೆಟ್ರಿಕ್‌ಗಳಿಗೆ ನೇರವಾಗಿ ಸಂಪರ್ಕಿಸುತ್ತದೆ.

458 ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ಸಂಕೀರ್ಣತೆಯನ್ನು ಮೀರಿ, ಎಲೆ ಶಾಖ ಸಹಿಷ್ಣುತೆ ಮತ್ತು ರಚನಾತ್ಮಕ ಎಲೆ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ
 459 ಸಂಪನ್ಮೂಲ ಹಂಚಿಕೆ ಇಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಉಷ್ಣ ತಂತ್ರಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂವಹನ ನಡೆಸುವ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿದೆ. ಪೂರೆಯ ಉಷ್ಣ ಸ್ಥಿರತೆ,
 460 D1 ಪ್ರೋಟೀನ್ ವಹಿವಾಟು ಮತ್ತು ಶಾಖ-ಆಘಾತ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿನ ಹೂಡಿಕೆಗಳು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ
 461 ಮತ್ತು ಎಲೆ ರಚನಾತ್ಮಕ ದೃಢತೆಯಲ್ಲಿನ ಹೂಡಿಕೆಯೊಂದಿಗೆ ಸ್ಪರ್ಧಿಸುತ್ತವೆ, ಎಲೆ ಅರ್ಥಶಾಸ್ತ್ರವು ರಚನಾತ್ಮಕ ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆ
 462 ಮತ್ತು ಅದರ ಕಾಲೋಚಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿ ಎರಡನ್ನೂ ಮಾರ್ಪಡಿಸಬೇಕು ಎಂದು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ (ರುಸ್ನೋ ಮತ್ತು ಕಿಟಾಜಿಮಾ 2016;
 463 ಶಾಸ್ತ್ರಿ ಮತ್ತು ಬರುವಾ 2017). ಆದ್ದರಿಂದ ನಾವು ಗಮನಿಸುವ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯಲ್ಲಿನ ಜಾತಿ-ಚಾಲಿತ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು, ಕನಿಷ್ಠ ಭಾಗಶಃ,
 464 ಜಾತಿಗಳು ಈ ಸ್ಪರ್ಧಾತ್ಮಕ ಬೇಡಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಹಂಚುತ್ತವೆ ಎಂಬುದರಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು
 465 ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ, ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ಮಾತ್ರ ಸೆರೆಹಿಡಿಯದ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಲು ಲಕ್ಷಣ-
 466 ಮಟ್ಟದ ಡೇಟಾ ಅಗತ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಅಭಿಯಾನದಲ್ಲಿ ನಾವು ಎಲೆ ಆರ್ಥಿಕ ಲಕ್ಷಣ ಡೇಟಾವನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸದಿದ್ದರೂ, ಇದು
 467 ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕ ಆಯ್ಕೆಯಾಗಿತ್ತು: ರೂಪವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ಲಕ್ಷಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಸಂಕೀರ್ಣತೆಯನ್ನು
 468 ಪರಿಚಯಿಸುವ ಮೊದಲು ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ತಂತ್ರ ಮತ್ತು PSII ಉಷ್ಣ ನಿಯಂತ್ರಣವು ಜೋಡಿಯಾಗಿದೆಯೇ ಅಥವಾ
 469 ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿದೆಯೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಮೊದಲು ಸ್ಥಾಪಿಸುವುದು ನಮ್ಮ ಗುರಿಯಾಗಿದೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಎಲೆ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ, ಎಲೆ ಸಾರಜನಕ
 470 ಮತ್ತು ಎಲೆಗಳ ಜೀವಿತಾವಧಿಯನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ ಕಾಲೋಚಿತ PSII ಚೌಕಟ್ಟಿನೊಂದಿಗೆ ಸಂಯೋಜಿಸುವ ಭವಿಷ್ಯದ
 471 ಅಧ್ಯಯನಗಳು ಈ ಸಮುದಾಯದಲ್ಲಿ ಜಾತಿ-ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯನ್ನು ಯಾವುದು ಪ್ರೇರೇಪಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರ ಕುರಿತು ಹೆಚ್ಚು
 472 ಸಂಪೂರ್ಣ ಯಾಂತ್ರಿಕ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪತನಶೀಲ T_{50} ಅನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಲಾದ ಎಲೆ ಅರ್ಥಶಾಸ್ತ್ರದ ವಾದವು
 473 ಅಳತೆ ಮಾಡಿದ ಗುಣಲಕ್ಷಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿಂದ ಬೆಂಬಲಿತವಾಗಿದೆಯೇ ಎಂಬುದರ ನೇರ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ .

474 ದುರ್ಬಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಮತ್ತು SDTF ಗಳಲ್ಲಿ ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯ ಪರಿಣಾಮಗಳು

475 ಸಮುದಾಯದಾದ್ಯಂತ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಆರಾಮದಾಯಕವಾದ T_{50} -ಆಧಾರಿತ ಉಷ್ಣ ಸುರಕ್ಷತಾ ಅಂಶಗಳ ಹೊರತಾಗಿಯೂ, ಇತರ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡುಗಳಿಂದ
 476 ಬಂದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳೊಂದಿಗೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದೆ, ಅಲ್ಲಿ T_{50} ಬರ್ಫರ್ಗಳು ಸುತ್ತುವರಿದ ಗರಿಷ್ಠಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಉಳಿದಿವೆ (ಸ್ಲಾಟ್ ಮತ್ತು
 477 ಇತರರು 2021; ಕುಲ್ಬರ್ಗ್ ಮತ್ತು ಫೀಲಿ 2024) ; T_{50} -ಆಧಾರಿತ ಅಂಶಗಳು ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಗಮನಾರ್ಹವಾದ ದುರ್ಬಲ ಉಪವಿಭಾಗವನ್ನು ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸಿದವು.
 478 ಸರಕಾಸೇರಿದಂತೆ ತಡವಾಗಿ-ಅನುಕ್ರಮದ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳು ಆರಂಭಿಕ-ಅನುಕ್ರಮ ಪತನಶೀಲ ಕ್ಯಾರಿಯಾ ಅಬೋರಿಯಾ
 479 ಜೊತೆಗೆ, ಅಸೋಕಾ ಮತ್ತು ಫಿಕಸ್ ಪ್ರಭೇದಗಳು , ಆರ್ಥಿಕತೆಯ ನಂತರದ ತಾಪಮಾನದ ಗರಿಷ್ಠಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಚಿಕ್ಕ
 480 ಬರ್ಫರ್ಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿದವು. ಈ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಅಭ್ಯಾಸ ವರ್ಗಗಳು ಮತ್ತು ಅನುಕ್ರಮ ಸ್ಥಾನಗಳೆರಡನ್ನೂ ವ್ಯಾಪಿಸಿರುವುದು

481 ವಿಶಾಲ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಗುಂಪಿನಿಂದ ದುರ್ಬಲತೆಯನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಉಹಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನವನ್ನು ಬಲಪಡಿಸುತ್ತದೆ.
 482 ಅವುಗಳ ಕಡಿಮೆ ಅಂಚುಗಳು ವಿಭಿನ್ನ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುತ್ತವೆ: ಸರಕಾ ಅಸೋಕಾ ಮತ್ತು ಫಿಶರ್
 483 ಪ್ರಭೇದಗಳು ನೆರಳು-ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯ ಅಥವಾ ಸ್ಟ್ರಾಂಗ್‌ರ್ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ತಂತ್ರಗಳ (ಸ್ಮಿತ್ & ಟ್ರೇಸಿ 2006) ವಿನಿಮಯವನ್ನು
 484 ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸಬಹುದು, ಇದು ಉಷ್ಣ ದೃಢತೆಗಿಂತ ಇಂಗಾಲದ ಸೆರೆಹಿಡಿಯುವಿಕೆಯನ್ನು ಆಧ್ಯತೆ ನೀಡುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ಕ್ಯಾರಿಯಾ
 485 ಅರ್ಬೋರಿಯಾದ ಬೆಂಕಿ-ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯ ಮುಕ್ತ-ಮೇಲ್ಮೈ ಅಭ್ಯಾಸ (ಮಲೇಸಿಯಾ ಮತ್ತು ಇತರರು 2022) ಮುಚ್ಚಿದ-ಮೇಲ್ಮೈ
 486 ಪ್ರಭೇದಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಎಲೆ ತಾಪಮಾನಕ್ಕೆ ಒಡ್ಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಹವಾಮಾನ ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಲೋಚಿತ
 487 ಗರಿಷ್ಠ ತಾಪಮಾನಗಳು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಲೇ ಇರುವುದರಿಂದ, ಪ್ರಸ್ತುತ T_5 ಮಿತಿಗಳ ಬಳಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ಪ್ರಭೇದಗಳು
 488 ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಮಿತಿಗಳನ್ನು ದಾಟುವ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಪಾಯವನ್ನು ಎದುರಿಸುತ್ತವೆ, ಗರಿಷ್ಠ ಶುಷ್ಕ-ಋತುವಿನ ವಿಪರೀತಗಳಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲ,
 489 ಆದರೆ ಈ ಅಧ್ಯಯನವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ಸೆರೆಹಿಡಿಯುವ ಹಿಂದಿನ ಆರ್ಧ-ನಂತರದ ತಾಪಮಾನ ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ.
 490 ಜಾತಿಗಳನ್ನು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮತ್ತು ಪತನಶೀಲ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಪ್ರಕಾರಗಳಾಗಿ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸುವ ಲಕ್ಷಣ-ಆಧಾರಿತ ಚೌಕಟ್ಟುಗಳು,
 491 ಸಮುದಾಯದೊಳಗಿನ ಈ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಮರೆಮಾಚುವ ಅಪಾಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ನಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು
 492 SDTF ಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣ ದುರ್ಬಲತೆಯನ್ನು ಉಹಿಸಲು ಜಾತಿ-ಪರಿಹರಿಸಿದ ವಿಧಾನಗಳಿಗೆ ವಾದಿಸುತ್ತವೆ.

493 ತೀರ್ಮಾನ

494 ಮಧ್ಯ ಪಶ್ಚಿಮ ಘಟ್ಟಗಳ ಋತುಮಾನಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಶುಷ್ಕ ಉಷ್ಣವಲಯದ ಕಾಡಿನಲ್ಲಿ 27 ಸಹ-ಸಂಭವಿಸುವ ಮರ
 495 ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ, PSII ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯು ಆರ್ಧತೆಯಿಂದ ನಂತರದ ಆರ್ಧ ಅವಧಿಯವರೆಗೆ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಆದರೆ
 496 ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಯಿತು, ಶಾರೀರಿಕವಾಗಿ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಒತ್ತಡವಿಲ್ಲದ ವಿಂಡೋದಲ್ಲಿ ಸರಿಸುಮಾರು 4 ° C ಕಾಲೋಚಿತ
 497 ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿತು . ಈ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿಯು ನೈಜವಾಗಿತ್ತು ಆದರೆ ಭಾಗಶಃ, ಉಷ್ಣವಲಯದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ
 498 ದಾಖಲಿಸಲಾದ PSII ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುವಿಕೆಯ ಮೇಲಿನ ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ನಿರ್ಬಂಧಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿತ್ತು ಮತ್ತು ಕಾಲೋಚಿತ
 499 ತಾಪಮಾನ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸರಿದೂಗಿಸಲು ಸಾಕಾಗಲಿಲ್ಲ. ನಿರ್ಣಾಯಕವಾಗಿ, ಈ ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುವಿಕೆಯ
 500 ಪ್ರಮಾಣವು ಎಲೆ ಅಭ್ಯಾಸ ಅಥವಾ ಅನುಕ್ರಮ ಸ್ಥಿತಿಗಿಂತ ಜಾತಿಯ ಗುರುತಿನಿಂದ ನಡೆಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ, ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮತ್ತು
 501 ಪತನಶೀಲ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಇದೇ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಒಗ್ಗಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ, ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ತಂತ್ರವು ಶಾರೀರಿಕ ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ
 502 ನಿಯಂತ್ರಣವನ್ನು ಮುನ್ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಉಹೆಯನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಸುಳ್ಳು ಮಾಡುತ್ತದೆ. T_5 ಮತ್ತು DW ಅಕ್ಷದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ

503 ತಡೆಗಟ್ಟುವಿಕೆ-ವಿರುದ್ಧ-ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ವ್ಯಾಪಾರ-ವಹಿವಾಟು ಋತುಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿತ್ತು, ಇದು PSII ಉಷ್ಣ ತಂತ್ರದ ಸಂರಕ್ಷಿತ
 504 ಆಯಾಮವೆಂದು ದೃಢಪಡಿಸಿತು, ಆದರೆ T_5 ಅನ್ನು ಆಧರಿಸಿದ ಉಷ್ಣ ಸುರಕ್ಷತಾ ಅಂಚುಗಳು ತಡವಾಗಿ-ಉತ್ತೇಜಕ ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣಗಳು ಮತ್ತು
 505 ಗರಿಷ್ಠ ಶುಷ್ಕ-ಋತುವಿನ ವಿಪರೀತಗಳ ಬದಲಿಗೆ ಆರ್ಧ್ರ-ನಂತರದ ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಈಗಾಗಲೇ ಕಾಲೋಚಿತ
 506 ಶಾಖದ ಮಿತಿಗಳ ಬಳಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ಆರಂಭಿಕ ಅನುಕ್ರಮ ಪತನಶೀಲ ಜಾತಿಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಂತೆ
 507 ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕವಾಗಿ ದುರ್ಬಲವಾದ ಜಾತಿಗಳ ಉಪವಿಭಾಗವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿವೆ.

508 ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಉಷ್ಣವಲಯದ ಅರಣ್ಯದ ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಉಹಿಸಲು ಲಕ್ಷಣ ಆಧಾರಿತ
 509 ವಿಧಾನಗಳಿಗೆ ನೇರ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ; ಎಲೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾತ್ರ PSII ಉಷ್ಣ ದುರ್ಬಲತೆಗೆ ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹವಲ್ಲದ
 510 ಪ್ರಾಕ್ಸಿಯಾಗಿದೆ, ಮತ್ತು ಜಾತಿಗಳನ್ನು ನಿತ್ಯಹರಿದ್ವರ್ಣ ಮತ್ತು ಪತನಶೀಲ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಪ್ರಕಾರಗಳಾಗಿ ವಿಭಜಿಸುವ
 511 ಮಾದರಿಗಳು ಒಂದೇ ಸಮುದಾಯದೊಳಗೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ಉಷ್ಣ ತಂತ್ರಗಳ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ ತಪ್ಪಾಗಿ
 512 ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ. ಎಲೆಗಳ ದೀರ್ಘಾಯುಷ್ಯ, ಮೇಲಾವರಣ ಸ್ಥಾನ ಮತ್ತು ವೈಯಕ್ತಿಕ ಜೀವನ-ಇತಿಹಾಸದ ಸಂದರ್ಭವನ್ನು
 513 ಸಂಯೋಜಿಸುವ ಜಾತಿ-ಪರಿಹರಿಸಿದ ಮೌಲ್ಯಮಾಪನಗಳು ಉದಯೋನ್ಮುಖ ಉಷ್ಣ ನಿರ್ಬಂಧಗಳಿಗೆ ಯಾವ ಮರಗಳು ಹೆಚ್ಚು
 514 ಒಡ್ಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಿದೆ. ಹವಾಮಾನ ಬದಲಾವಣೆಯ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಆರ್ಧ್ರತೆಯ ನಂತರದ
 515 ತಾಪಮಾನ ಏರಿಕೆಯ ಪರಿವರ್ತನೆಯು ತೀವ್ರಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಂತೆ, ಮೊದಲೇ ಬಂದು ಹೆಚ್ಚಿನ ತಾಪಮಾನವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತಿದ್ದಂತೆ,
 516 ಇಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಿಸಲಾದ ಒತ್ತಡವಿಲ್ಲದ ವಿಂಡೋ ಕ್ರಮೇಣ ಕಿರಿದಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಸ್ತುತ T_5 ಮಿತಿಗಳಿಗೆ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿ
 517 ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ಜಾತಿಗಳು ಪ್ರಸ್ತುತ ಅವುಗಳ ಗರಿಷ್ಠ ಉತ್ಪಾದಕ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಶಾಖ ಮಿತಿಯನ್ನು
 518 ಅನುಭವಿಸುವ ಮೊದಲಿಗರಾಗಿರುತ್ತವೆ.

519 ಪೂರಕ ದತ್ತಾಂಶ

520 ಪೂರಕ ದತ್ತಾಂಶ 1: ಹಸ್ತಪ್ರತಿಯ ಸಂಸ್ಕೃತ ಭಾಷಾ ಆವೃತ್ತಿ.

521 ಪೂರಕ ದತ್ತಾಂಶ 2: ಹಸ್ತಪ್ರತಿಯ ಕನ್ನಡ ಭಾಷಾ ಆವೃತ್ತಿ.

522 ಪೂರಕ ಕೋಷ್ಟಕ S1: ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲಾದ ಪ್ರಭೇದಗಳು: ಮಧ್ಯ ಪಶ್ಚಿಮ ಘಟ್ಟಗಳ ಕಾಲೋಚಿತ ಒಣ
 523 ಉಷ್ಣವಲಯದ ಅರಣ್ಯದಲ್ಲಿ ವರ್ಗೀಕರಣ, ಎಲೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಪರಿಸರ ಪಾತ್ರಗಳು

524 ಪೂರಕ ಕೋಷ್ಟಕ S2: ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯ ನಿಯತಾಂಕಗಳಿಗಾಗಿ ಮಿಶ್ರ - ಪರಿಣಾಮಗಳ ಮಾದರಿ ಫಲಿತಾಂಶಗಳ
525 ಸಾರಾಂಶ .

526 ಪೂರಕ ಚಿತ್ರ S1: ಅನುಕ್ರಮ ವರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಸಹ-ಸಂಭವಿಸುವ ಮರ ಪ್ರಭೇದಗಳ PSII ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆಯಲ್ಲಿ (T
527 5 ಮತ್ತು T_{50}) ನಂತರದ ಆರ್ಧ ಮತ್ತು ಆರ್ಧ ಅವಧಿಯ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಟಿ.

528 ಲೇಖಕರ ಕೊಡುಗೆ

529 RT ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸಿತು. RT ಮತ್ತು YK ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಯೋಜಿಸಿ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿದರು. PTB, SNH, RGH,
530 PN, JBM, SBS, MMM, SG, TN, AKS, VN, LBS, KTG, ಉಷ್ಣ ಸಹಿಷ್ಣುತೆ ಮಾಪನಗಳು ಮತ್ತು ಕ್ಷೇತ್ರ ದತ್ತಾಂಶ
531 ಸಂಗ್ರಹವನ್ನು ನಡೆಸಿದರು. YK ಮತ್ತು RT ಕ್ಷೇತ್ರ ಅಭಿಯಾನಗಳನ್ನು ಮೇಲ್ವಿಚಾರಣೆ ಮಾಡಿದರು. NA, SBS, ಮತ್ತು MMM
532 ಫಿನಾಲಾಜಿಕಲ್ ಗುಣಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಬೆಂಬಲಿಸಿದವು. RT ಡೇಟಾವನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಹಸ್ತಪ್ರತಿಯನ್ನು ಬರೆದರು. ಎಲ್ಲಾ
533 ಸಹ-ಲೇಖಕರು ಹಸ್ತಪ್ರತಿ ಪರಿಷ್ಕರಣೆಗೆ ಕೊಡುಗೆ ನೀಡಿದರು ಮತ್ತು ಸಲ್ಲಿಕೆಗಾಗಿ ಅಂತಿಮ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಅನುಮೋದಿಸಿದರು.

534 ಹಿತಾಸಕ್ತಿ ಸಂಘರ್ಷ

535 ಲೇಖಕರು ಯಾವುದೇ ಹಿತಾಸಕ್ತಿ ಸಂಘರ್ಷವನ್ನು ಘೋಷಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

536 ಹಣಕಾಸಿನ ಹೇಳಿಕೆ

537 ಈ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ವೆನ್ನರ್-ಗ್ರೇನ್, ಬಿರ್ಗಿಟ್ಟಾ ಸಿಂಟ್ರಿಂಗ್ ಫೌಂಡೇಶನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟೀಡಿಷ್ ವೆಜಿಟೇಶನ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಉಪ್ಪಲಾದಲ್ಲಿ
538 ಪೋಸ್ಟ್‌ಡಾಕ್ಟರಲ್ ನಿಧಿ ಮತ್ತು KU ನಲ್ಲಿ ಇಂಟ್ರಾಮುರಲ್ ನಿಧಿಗಳಿಂದ ಹಣಕಾಸು ಒದಗಿಸಿದೆ.

539 ಸ್ವೀಕೃತಿ

540 ಹಸ್ತಪ್ರತಿಯ ಸಂಸ್ಕೃತ ಮತ್ತು ಕನ್ನಡ ಭಾಷಾ ಆವೃತ್ತಿಗಳಿಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡಿದ್ದಕ್ಕಾಗಿ ನಾವು ವಾಸುದೇವ HR ಗೆ
541 ಧನ್ಯವಾದಗಳನ್ನು ಅರ್ಪಿಸುತ್ತೇವೆ. ಉಪ್ಪಲಾದಲ್ಲಿ ಪೋಸ್ಟ್‌ಡಾಕ್ಟರಲ್ ನಿಧಿಗಾಗಿ ವೆನ್ನರ್-ಗ್ರೇನ್, ಬಿರ್ಗಿಟ್ಟಾ ಸಿಂಟ್ರಿಂಗ್

- 542 ಫೌಂಡೇಶನ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟೀಡಿಡ್ ವೆಜಿಟೇಶನ್ ಸೊಸೈಟಿಗೆ RT ಮತ್ತು RM ಧನ್ಯವಾದಗಳನ್ನು ಅರ್ಪಿಸುತ್ತವೆ. ಶೃಂಗೇರಿಯ
- 543 ಶಾರದಾ -ಚಂದ್ರಮೌಳೀಶ್ವರ ಮತ್ತು ಉಭಯ ಜಗತ್ಸುರುಗಳ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನಕ್ಕಾಗಿ RT ಧನ್ಯವಾದಗಳನ್ನು ಅರ್ಪಿಸುತ್ತದೆ.