

Hintergrund/Konzept

- Die Fichte nimmt derzeit 57% der Waldfläche Österreichs ein – jedoch ist sie anfällig gegenüber Schäden durch Wind, Insekten und Schneebruch. Durch den Klimawandel nehmen Trockenperioden zu und begünstigen zusammen mit Stürmen das Auftreten von Borkenkäfer.
- Der Anbau von Fichte in tiefen Lagen wird nicht mehr empfohlen, jedoch wird sie auch bei zukünftigem Klima ein Teil der natürlichen potentiellen Waldgesellschaft bleiben und einen wesentlichen wirtschaftlichen Faktor darstellen.
- Regional auftretende Borkenkäferkalamitäten wie 2018/19 im Waldviertel, können genutzt werden um einzeln überlebende Fichten zu finden und durch gezielte Züchtung die Trockenheitsresistenz der Fichte zu fördern.
- Moderne molekulargenetische Analyseverfahren können bei der Selektion von klimafitten Individuen helfen und die Zeiträume bis zur Samenanzucht in Saatgutplantagen wesentlich verkürzen.

Ergebnisse

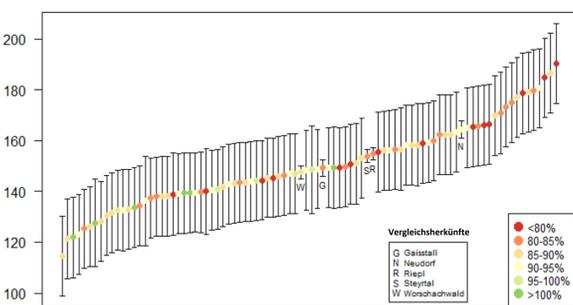


Abb. 6: Mittelwert der Triebblänge (Terminaltrieb + 1 Seitentrieb) der 85 Plusbäume und der 5 Vergleichsherkünfte unter CONTROL-Bedingungen (Mittelwert \pm Standardabweichung). Die Farben stellen die Trockenheitsresistenz dar (Mittelwert der relativen Triebblänge in den trockenen Behandlungsgruppen DRY14 und DRY8).

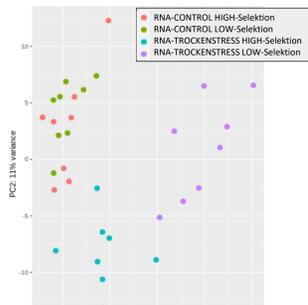


Abb. 7: Zwei Hauptkomponenten der PCA-Analyse zur RNA-Expression von 16 getesteten Plusbäumen mit 2 Behandlungen (Control/Trockenstress, mit jeweils 3 Nachkommen als Wiederholung).

- Die gemessenen Triebblängen bei guter Wasserversorgung (Abb. 6) als auch die Änderung der Wuchsrückgang bei trockeneren Bedingungen (Abb. 6 und 4) zeigen für die selektierten Plusbäume eine starke Streuung. Die Vergleichsherkünfte sind dabei im Mittelfeld zu finden. Im Allgemeinen wird der Wuchsrückgang bei zunehmender mittlerer Triebblänge größer (Abb. 4), es gibt jedoch einige Plusbäume, die nur wenig Einbußen zeigen.
- Der Vergleich der mRNA-Expression bestätigt diese Ergebnisse. Speziell die Gruppe „LOW-Selektion“ zeigt im Trockenstress eine deutlich veränderte differentiale Reaktion – sowohl im Vergleich zur RNA-CONTROL als auch zur „HIGH-Selektion“ Gruppe (Abb. 7).
- Eine vorläufige Analyse der hier (für die TROCKENSTRESS LOW-Selektion) der angesteuerten biologischen Signalwege zeigt verstärkt u.a. Prozesse im Bezug mit oxidativem Stress (Radikale), generelle Stress-Prozesse und geänderte Expression im Bezug auf Proteinfaltung.

Fazit

- Einzeln in Kalamitätsflächen überlebende Bäume können eine wichtige Grundlage für die Erforschung von Trockenheitsresistenzen darstellen.
- Durch Testung von Nachkommen können frühzeitig Erkenntnisse über die Trockenheitsresistenzen gewonnen werden. Damit kann eine weitere Selektion der, in der Natur als besonders resistent erscheinenden, Plusbäume durchgeführt werden um einen guten Züchtungserfolg zu gewährleisten.
- Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass die Plusbäume aufgrund von anderen, (noch) nicht getesteten Strategien gegenüber Trockenheit, z.B. in Bezug auf Mortalität bzw. Attraktivität gegenüber Borkenkäfern oder damit assoziierten Pilzen, überlebt haben.
- Weiterführende interdisziplinäre Forschungsarbeiten sind nötig um eine qualifizierte Züchtungsauswahl treffen zu können und die Fichte und andere Baumarten bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen.

Literatur

Haas JC, Vergara A, Serrano AR, Mishra S, Hurry V, Street NR (2021) Candidate regulators and target genes of drought stress in needles and roots of Norway spruce. *Tree Physiol* 41:1230–1246. doi: 10.1093/treephys/tpaa178

Methodik

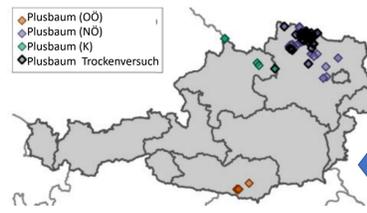


Abb. 1: Übersichtskarte der Plusbäume (N=305)

Ergebnisse der Plusbaum Auswahl:

> Von 2018 bis 2021 wurden 305 Plusbäume österreichweit gefunden (Abb. 1)

> bei 85 Plusbäumen aus 2018 wurden Samen geerntet und Fichten für den Trockenversuch angezogen (Abb. 2)

Plusbaum Auswahl:

- Vitale Fichten inmitten größerer Käfernester
- Im Baumkollektiv *vorherrschend* bis *mitherrschend*
- Standortsverhältnisse möglichst homogen
- Bäume ohne Schäden wie z.B. Wipfelbruch, Stammschäden



Abb. 2: Versuchsaufbau für den Trockenversuch Gloriette

Trockenversuch Gloriette:

- 2-jährige Bäume (N=4500) überdacht (Abb. 2)
- 85 Plusbäume mit 42 Nachkommen (NK)
- 5 Vergleichsherkünfte mit 174 NK
- Bewässerung in 3 Gruppen (Abb.3):
CONTROL – bis minimal 20% Wassergehalt
DRY14 – bis minimal 14%
DRY8 – bis minimal 8%
- Messung von Terminaltrieb- und Seitentriebblänge
- Versuchszeitraum Mai – Oktober 2021

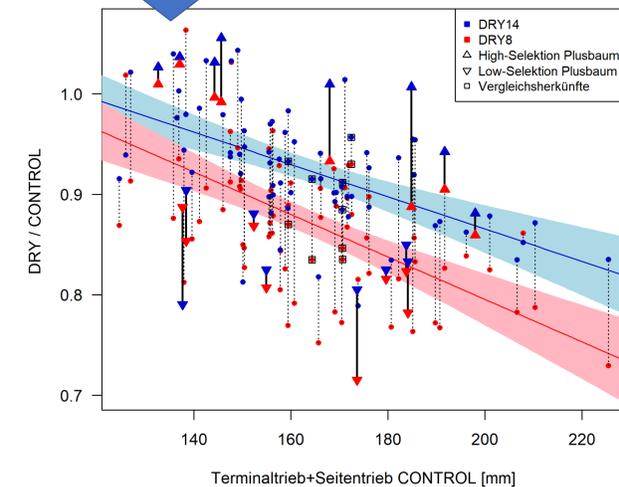


Abb. 4: Relative Triebblänge (Terminaltrieb + 1 Seitentrieb) in der Gruppe DRY14 (blaue Punkte) und DRY 8 (rote Punkte) in Bezug zur Triebblänge unter guter Bewässerung (CONTROL). Lineare Regression je Gruppe (DRY14, DRY8), $\pm 95\%$ iger Vertrauensintervall als Fläche.

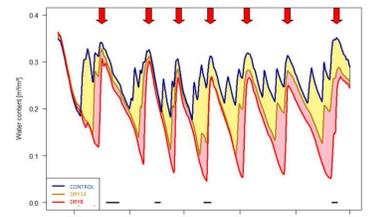


Abb. 3: Verlauf des Wassergehalts in den Töpfen der Versuchspflanzen Trockenversuch Gloriette. 24h Mittelwerte, 3 Sensoren je Bewässerungsgruppe.



Abb. 5: Probenahme für die RNA-Expressionsanalyse

Vergleich der RNA-Expression

- Basierend auf den Resultaten des Trockentests (Abb. 4) wurden 16 Plusbäume ausgewählt (8 HIGH-Selektion, 8 LOW-Selektion) und jeweils 6 Bäume (Nachkommen) aus dem Trockenversuch (CONTROL-Gruppe) entnommen (in Summe 96 getestet).
- Der Publikation von Haas et al. (2021) folgend, wurden Proben der Lateralwurzeln (<4mm) an 16 x 3 Bäumen zu Beginn, bei Wassersättigung genommen (RNA-CONTROL) und an 16 x 3 Bäumen nach 3 Wochen ohne Bewässerung (RNA-Trockenstress) (Abb. 5).
- Zur Sequenzierung der mRNA wurde der QuantSeq-Pool Sample Barcoded 3' Kit als Vorbereitung für die Illumina –Methodik (RNA seq) verwendet.
- Die differentielle Gen-Expression zwischen den Proben wurde mit dem DESq2 – Softwarepaket analysiert.
- Durch eine Hauptkomponentenanalyse (PCA) wird die differentielle Gen-Expression auf 2 Hauptkomponenten simplifiziert.

Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

Kontakt

Bundesforschungs- & Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren & Landschaft (BFW)
Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien,
Österreich

florian.irauschek@bfw.gv.at

T +43 1 878 38 – 1338